



*Institut des Sciences et Techniques
des Aliments de Bordeaux*

Université Bordeaux 1

Mémoire d'ingénieur

**ESSAIS DE MISE AU POINT DE
PRODUITS DE 4^{EME} GAMME A BASE
DE BANANE ET DE NOIX DE COCO**

DONY Amandine

CIRAD
73 rue J.F. Breton – TA B-95/16
34398 Montpellier cedex 5

Centre de coopération internationale en recherche agronomique

Stage effectué du 02/02/2009 au 31/07/2009

DONY Amandine

CIRAD

73 rue J.F. Breton – TA B-95/16

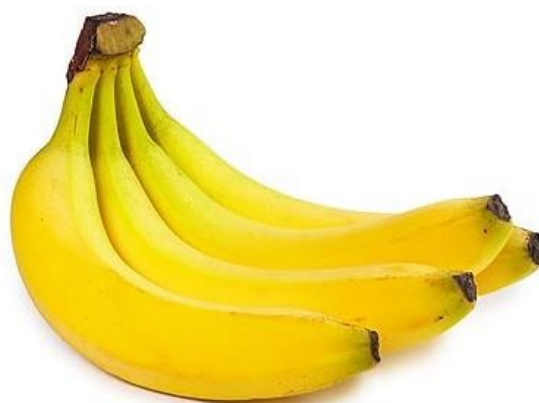
34398 Montpellier cedex 5

Tel : 04 67 61 55 57

Fax : 04 67 61 59 96



ESSAIS DE MISE AU POINT DE PRODUITS DE 4^{EME} GAMME A BASE DE BANANE ET DE NOIX DE COCO



Responsables pédagogiques

- dans l'entreprise : Mmes Marie-Noëlle DUCAMP et Alexia PRADES
- à l'ISTAB : Mr Patrick COTTIN

REMERCIEMENTS

Suite au stage de 6 mois que j'ai effectué au CIRAD de Montpellier au sein de l'équipe 2 de l'UMR QUALISUD, j'aimerais tout d'abord remercier :

- Marie-Noëlle DUCAMP qui m'a acceptée comme stagiaire et contribué par sa compréhension, ses connaissances et son ouverture d'esprit au très bon déroulement de ce stage.
- Alexia PRADES qui m'a co-encadrée pour ce travail. Je la remercie pour le temps qu'elle m'a accordé et pour ses précieux conseils lors de la rédaction de mon rapport.

J'exprime enfin toute ma gratitude à tous les autres permanents et stagiaires qui m'ont apporté leurs connaissances, leur enthousiasme et leur générosité à tout moment. J'ai réellement apprécié la diversité culturelle et l'ambiance amicale auxquelles j'ai rapidement été intégrée.

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|----|
| Figure 1 : La présence du CIRAD à travers le monde | 11 |
| Figure 2 : Organigramme du CIRAD | 11 |
| Figure 3 : Organisation de l'UMR Qualisud | 13 |
| Figure 4 : Bilan réactionnel du brunissement enzymatique | 16 |
| Figure 5 : Ramollissement et changement de la composition cellulaire des parois d'un fruit durant les différentes étapes de maturation et de sénescence. | 16 |
| Figure 6 : Méthodes chimiques de l'inhibition du brunissement enzymatique | 18 |
| Figure 7 : L'effet des agents réducteurs sur les premières étapes du brunissement enzymatique | 19 |
| Figure 8 : Répartition mondiale des surfaces de plantations de cocotiers en 2007 | 25 |
| Figure 9 : Bananes utilisées pour les expériences | 27 |
| Figure 10 : Solutions de resvératrol | 28 |
| Figure 11 : Barquette Alphacel® en polypropylène de 500mL | 28 |
| Figure 12 : Appareil de mesure de couleur, chromamètre Minolta CR-300 | 29 |
| Figure 13 : Espace de couleur L*a*b* | 29 |
| Figure 14 : Mixer | 30 |
| Figure 15 : Centrifugeuse de paillasse | 30 |
| Figure 16 : Noix de coco utilisées | 30 |
| Figure 17 : Barquette en PVC/PE | 31 |
| Figure 18 : Barquetteuse Mini OVG 6 et bouteille de gaz B13 | 32 |
| Figure 19 : Etuve sous vide | 33 |
| Figure 20 : Lyophilisateur | 33 |
| Figure 21 : Evolution du paramètre a* au cœur des tranches de banane trempées dans le jus de mandarine | 37 |
| Figure 22 : Evolution du paramètre L* au cœur des tranches de banane trempées dans le jus de citron | 38 |
| Figure 23 : Evolution du paramètre b* au cœur des tranches de banane trempées dans le jus de grenade | 38 |
| Figure 24 : Evolution de l'aspect visuel des tranches trempées 30 secondes dans le jus de citron | 39 |
| Figure 25 : Evolution du paramètre a* de la pulpe des tranches de banane trempées 30 secondes dans différentes solutions acides. | 40 |
| Figure 26 : Evolution du paramètre L* au cœur des tranches de banane trempées 30 secondes dans différentes solutions acides | 40 |
| Figure 27 : Evolution du paramètre b* au cœur des tranches de banane trempées 30 secondes dans différentes solutions acides | 41 |
| Figure 28 : Aspect des tranches ayant subi les différents traitements au 3 ^{ème} jour (trempage 30 secondes) | 41 |
| Figure 29 : Evolution du paramètre a* au cœur des tranches de banane trempées 30 secondes dans des solutions de resvératrol à différentes concentrations | 42 |
| Figure 30 : Evolution de l'aspect des tranches trempées dans la solution à 10 ⁻⁴ M pendant 30 secondes | 42 |
| Figure 31 : Evolution du paramètre b* au cœur des tranches de banane trempées 30 secondes dans des solutions de resvératrol à différentes concentrations. | 43 |

| | |
|--|----|
| Figure 32 : Aspect des tranches de bananes trempées dans les solutions de resvératrol à différentes concentrations pendant 30 secondes au bout de 5 jours | 43 |
| Figure 33 : Evolution de la couleur des tranches en fonction du traitement appliqué | 44 |
| Figure 34 : Evolution visuelle de l'aspect des tranches en fonction des différents traitements | 45 |
| Figure 35 : Evolution du taux d'O ₂ dans les barquettes en PVC/PE contenant de la matière inerte | 46 |
| Figure 36 : Evolution du taux de CO ₂ dans les barquettes en PVC/ PE contenant de la matière inerte | 47 |
| Figure 37 : Evolution du taux d'O ₂ dans les barquettes contenant 200g d'amande de noix de coco fraîchement découpée | 48 |
| Figure 38 : Evolution du taux de CO ₂ dans les barquettes contenant 200g d'amande de noix de coco fraîchement découpée | 49 |
| Figure 39 : Module aiguille (2mm de diamètre) | 49 |
| Figure 40 : Texturomètre TAXT2 équipé de la cellule de Volodkevitch | 49 |
| Figure 41 : Courbe de texture, module aiguille (diamètre 2mm) | 51 |
| Figure 42 : Courbe de texture, module cône (40°) | 51 |
| Figure 43 : Courbe de texture, module Volodkevitch | 52 |
| Figure 44 : Evolution des écarts types moyens en fonction du nombre de répétitions, module aiguille 2mm | 52 |
| Figure 45 : Surface de réponse de Fmax en fonction de la distance et de la vitesse de pénétration de l'aiguille (diamètre 2mm) | 54 |
| Figure 46 : Surface de réponse de Area 1 en fonction de la distance et de la vitesse de pénétration de l'aiguille (diamètre 2mm) | 54 |
| Figure 47 : Evolution de la couleur moyenne de l'amande trempée dans l'eau de javel | 56 |
| Figure 48 : Evolution du taux d'humidité de l'amande de noix de coco mesurée après broyage et séchage à l'étuve sous vide | 56 |
| Figure 49 : Evolution de la Fmax nécessaire pour pénétrer l'amande de 4 mm avec l'aiguille au cours du stockage | 57 |
| Figure 50 : Evolution du taux d'O ₂ dans les barquettes suivant les traitements | 58 |
| Figure 51 : Flux moyen d'O ₂ par jour dans les barquettes Témoins, non lié à la perméabilité du film | 59 |
| Figure 52 : Flux d'O ₂ en 24h dans les barquettes traitées par eau de javel + blanchiment, non lié à la perméabilité du film | 60 |
| Figure 53 : Evolution du taux de CO ₂ dans les barquettes selon les traitements | 61 |
| Figure 54 : Evolution de couleur en surface des morceaux d'amande au cours du stockage | 62 |
| Figure 55 : Evolution visuelle de la couleur de l'amande au cours du stockage | 62 |
| Figure 56 : Evolution de la Fmax nécessaire pour transpercer les cylindres d'amande de 4mm au cours du stockage | 63 |
| Figure 57 : Evolution de l'aire totale sous la courbe allant de 0 à Fmin | 64 |
| Figure 58 : Evolution du taux de matière sèche de l'amande en fonction du traitement et de la durée de conservation | 65 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| <u>Tableau I</u> : Valeur nutritive de la banane (pour 100g de pulpe) | 22 |
| <u>Tableau II</u> : Composition de l'amande de coco fraîche entière et à maturité | 24 |
| <u>Tableau III</u> : Composition en acides gras de l'huile de noix de coco | 24 |
| <u>Tableau IV</u> : Caractéristiques des solutions acides | 27 |
| <u>Tableau V</u> : Taux d'acidité des solutions de resvératrol | 28 |
| <u>Tableau VI</u> : Caractéristiques des solutions d'acide citrique | 28 |
| <u>Tableau VII</u> : Valeurs de a^* pour le trempage dans le jus de mandarine | 38 |
| <u>Tableau VIII</u> : Plan d'expériences 2 facteurs à 3 niveaux avec 9 répétitions au point central | 50 |
| <u>Tableau IX</u> : Niveaux des facteurs pour le cône et l'aiguille | 50 |
| <u>Tableau X</u> : Niveaux des facteurs pour la cellule de Volodkevitch | 50 |
| <u>Tableau XI</u> : ANOVA du plan d'expériences texture. Plan 3^2 avec 9 répétitions au centre. Module Cône 40° | 53 |
| <u>Tableau XII</u> : ANOVA du plan d'expériences texture. Plan 3^2 avec 9 répétitions au centre. Module Volodkevitch | 53 |
| <u>Tableau XIII</u> : ANOVA du plan d'expériences texture. Plan 3^2 avec 9 répétitions au centre. Module Aiguille 2mm diam | 53 |
| <u>Tableau XIV</u> : Résultats des valeurs critiques des facteurs du plan d'expérience 3^2 avec 9 répétitions au centre, module aiguille 2mm diam | 55 |

SOMMAIRE

| | | |
|---|---|-----------|
| INTRODUCTION | | 8 |
| 1^{ERE} PARTIE : PRESENTATION DU CIRAD | | |
| 1- | Origine du Cirad | 10 |
| 2- | Mission et stratégie | 10 |
| 3- | Recherche et partenariat | 11 |
| 4- | Département Performances des Systèmes de production et de Transformation Tropicaux (PERSYST) | 12 |
| 2^{EME} PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE | | |
| 1- | Les fruits de 4^{ème} gamme | 15 |
| 1-1- | Présentation de la filière | 15 |
| 1-2- | Les paramètres de la qualité et les altérations | 15 |
| 1-3- | L'étude de solutions | 17 |
| 1-4- | La législation | 21 |
| 2- | La banane | 21 |
| 2-1- | Son origine | 21 |
| 2-2- | Sa composition et son intérêt nutritionnel | 21 |
| 2-3- | Sa filière économique | 22 |
| 2-4- | Les transformations et les altérations de la banane | 22 |
| 2-5- | Les bananes en 4 ^{ème} gamme | 23 |
| 3- | La noix de coco | 23 |
| 3-1- | Son origine et ses usages | 23 |
| 3-2- | Sa composition et son intérêt nutritionnel | 24 |
| 3-3- | Sa filière économique | 25 |
| 3-4- | Les transformations et les altérations de la noix de coco | 25 |
| 3-5- | La noix de coco en 4 ^{ème} gamme | 25 |
| 3^{EME} PARTIE : MATERIELS ET METHODES | | |
| 1- | La banane | 27 |
| 1-1- | La matière première | 27 |
| 1-2- | L'emballage | 28 |
| 1-3- | Les analyses physico chimiques | 29 |
| 2- | La noix de coco | 30 |
| 2-1- | La matière première | 30 |
| 2-2- | Les équipements de conditionnement | 31 |
| 2-3- | Les analyses physico chimiques | 32 |
| 2-4- | Les analyses microbiologiques | 34 |
| 2-5- | Les méthodes statistiques | 35 |
| 4^{EME} PARTIE : ANALYSE DES RESULTATS ET DISCUSSION | | |
| 1- | La banane | 38 |
| 1-1- | Trempages dans les jus de mandarine, jus de citron et jus de grenade | 38 |
| 1-2- | Trempages dans les solutions de resvératrol | 42 |
| 1-3- | Trempages dans l'acide citrique | 46 |
| 2- | La noix de coco | 48 |
| 2-1- | Tests d'étanchéité des barquettes et effet de la température sur les échanges gazeux | 48 |
| 2-2- | Mise au point d'un test de texture sur l'amande fraîche | 51 |
| 2-3- | Essais de conservation de l'amande de noix fraîche | 57 |
| CONCLUSION | | 68 |

INTRODUCTION

Les fruits frais découpés sont actuellement un des secteurs de l'industrie agroalimentaire à plus fort potentiel de croissance. Les avantages pratiques qu'ils prodiguent sont la raison essentielle de leur succès. Cependant, ces produits sont hautement périssables à cause de leurs procédés de fabrication. Pour minimiser ces altérations, des procédures de contrôle strictes doivent être élaborées pour éviter la perte de qualité et garantir la sécurité alimentaire des consommateurs. (Artés et coll, 2007)

Les fruits frais de 4^{ème} gamme sont des fruits conditionnés en petites quantités pour les particuliers ou pour les collectivités, crus, frais, prêts à l'emploi, ayant fait l'objet d'un épluchage, d'un coupage ou autre préparation touchant à l'intégrité du produit (définition du Centre technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes de Paris). Ils sont conditionnés dans des barquettes et/ou films pouvant être mis ou non sous atmosphère gazeuse.

La naissance et le développement de ces produits s'expliquent par les modifications profondes des habitudes alimentaires dans les pays développés. En effet, de plus en plus de repas sont pris hors domicile (RHD) et les ménages consacrent moins de temps à l'élaboration des repas. Grâce aux produits de 4^{ème} gamme, la restauration hors domicile limite ses coûts en main d'œuvre et les individus gagnent du temps, paramètre essentiel du mode de vie moderne.

De plus, la volonté de bien s'alimenter est désormais une tendance générale, notamment grâce à la communication faite par le Programme National de Santé Publique (PNNS). Les fruits sont des aliments sains dont les consommateurs veulent retrouver tous les bienfaits nutritionnels et organoleptiques lors de leur dégustation sans pour autant passer de temps à les préparer. C'est un créneau prometteur dans lequel les industries agroalimentaires se sont engagées depuis 1985, date de sortie du premier produit de 4^{ème} gamme (salade mélangée constituées de différents types de chicorées).

Le challenge est de garder le produit frais sans perdre ses qualités nutritives et d'avoir une durée de vie assez importante pour permettre sa distribution. Le majeur problème est l'instabilité microbienne ainsi que les diverses altérations subies par le produit au cours du stockage. Leur DLC est généralement comprise entre 5 à 9 jours pour une conservation (optimale) à 4°C, sans rupture de la chaîne du froid (Varoquaux, 2002).

1^{ERE} PARTIE :
PRESENTATION DU
CIRAD

Le CIRAD (*Centre International de Recherche Agronomique pour le Développement*) est l'Institut Français de Recherche Agronomique au service du Développement des pays du Sud et de l'outre-mer français. C'est un organisme qui met sa capacité à imaginer l'agronomie de demain au profit des populations les plus démunies et au service du développement durable et des biens publics mondiaux.

1- Origine du Cirad

Elle est ancrée dans l'histoire de neuf instituts dédiés à la recherche agronomique tropicale. Ils sont rassemblés au sein d'un Comité de liaison des organismes de recherches agricoles spécialisés outre-mer à partir de 1958. La création du Groupement d'Etude et de Recherche pour le Développement de l'Agronomie Tropicale (GERDAT) en 1970 marque un tournant dans leurs relations. Ils sont regroupés au sein du CIRAD en 1984 avec un statut d'Établissement Public à caractère Industriel et Commercial (ÉPIC), sous la tutelle de deux ministères français : la recherche et la coopération.

2- Mission et stratégie

La recherche agronomique doit s'articuler autour de trois enjeux majeurs : l'enjeu humain et social (accès et modes d'alimentation, de santé et de sécurité alimentaire), l'enjeu environnemental et énergétique (conception d'un nouveau mode de production agricole visant à prévenir les risques sur l'environnement tout en assurant aux pays du Sud la disposition des ressources naturelles nécessaires à leur développement) ainsi que l'enjeu de gouvernance et de politique publique (lutte contre la pauvreté et les inégalités structurelles comme mode privilégié de prévention et de résolution des conflits).

Le CIRAD a élaboré 6 axes stratégiques d'orientation de recherche :

- 1) Inventer une agriculture écologiquement intensive pour nourrir la planète.
- 2) Etudier les conditions d'émergence et les modes de valorisation des bioénergies en direction des pays du sud.
- 3) Innover pour obtenir une alimentation accessible, diversifiée et sûre.
- 4) Anticiper et gérer les risques sanitaires infectieux liés aux animaux sauvages et domestiques.
- 5) Accompagner les politiques publiques de réduction des inégalités structurelles et de la pauvreté.
- 6) Mieux comprendre les relations entre l'agriculture et l'environnement, entre les sociétés humaines et la nature, pour une gestion durable des espaces ruraux.

3- Recherche et partenariat

Le CIRAD traite les questions de recherche posées par le développement des systèmes agricoles et alimentaires des régions tropicales. La majorité des recherches menées par le CIRAD se font en partenariat. Les partenaires du CIRAD sont nombreux et variés : pouvoirs publics, instituts de recherche, universités, entreprises privées, organisations professionnelles paysannes, etc. Le CIRAD intervient dans plus de 50 pays du monde (*Figure 1*). Tout au long de son histoire, il a noué et entretenu des liens étroits avec les pays tropicaux et subtropicaux.



Figure 1 : La présence du CIRAD à travers le monde

Comme le montre la *figure 2*, le CIRAD comprend trois départements et 56 unités : 27 unités propres de recherche (UPR), 4 unités de service (US), 22 unités mixtes de recherche (UMR), 3 unités de recherche en partenariat (URP).

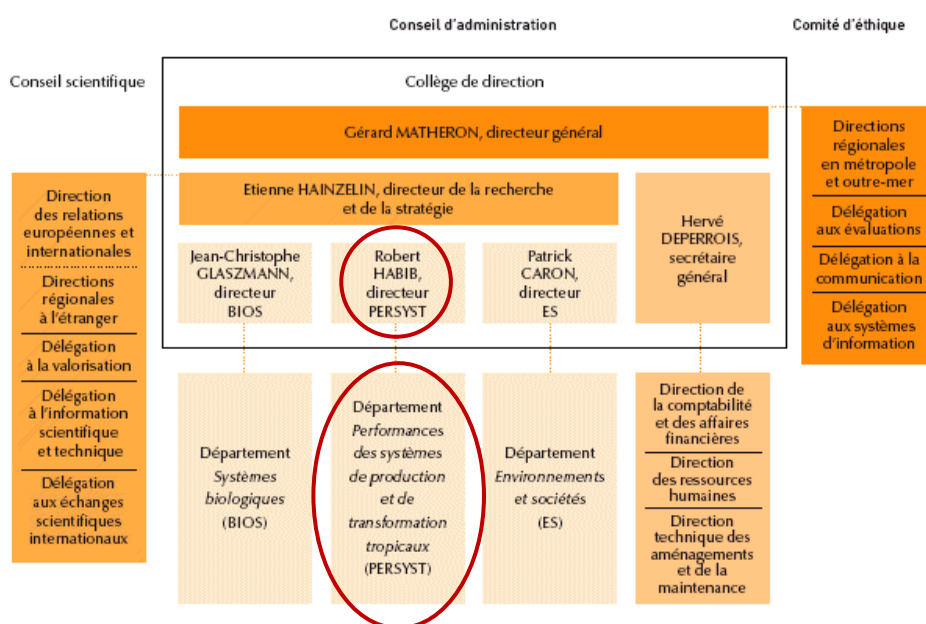


Figure 2 : Organigramme du CIRAD

(Source : www.cirad.fr)

4- Département Performances des Systèmes de production et de Transformation Tropicaux (PERSYST)

Le département Performances des systèmes de production et de transformation tropicaux s'intéresse aux processus biologiques en interaction avec les conditions environnementales et les interventions techniques.

« UMR QUALISUD : Une démarche intégrée pour l'obtention d'aliments de qualité »

L'UMR QUALISUD est constituée de 4 équipes : 73 Chercheurs dont 15 habilités à diriger les recherches et 6 enseignants chercheurs, 30 Techniciens, 6 Assistantes et 50 doctorants. Cette unité du département PERSYST regroupe certaines unités du CIRAD, de l'Université Montpellier II, Montpellier I et Montpellier SupAgro. Mon stage a débuté le 2 février 2009 au sein de cette unité dans l'équipe 2 mais il m'arrive d'avoir régulièrement affaire à des personnes d'autres équipes notamment la 3 (*Figure 3*).

Les activités de recherche s'organisent selon deux axes complémentaires :

- Identification des déterminants de la qualité pour la valorisation de nombreuses ressources végétales ou animales possédant un potentiel nutritionnel, antimicrobien ou antioxydant particulièrement intéressant et peu exploité dans les pays du Sud pour l'alimentation des populations locales mais aussi pour l'exportation de ces produits.
- Elaboration de la qualité des aliments (organoleptique, nutritionnelle, aromatique) et définition des stratégies de traitement de pathologies afin de maîtriser la qualité du produit tout au long de sa transformation.

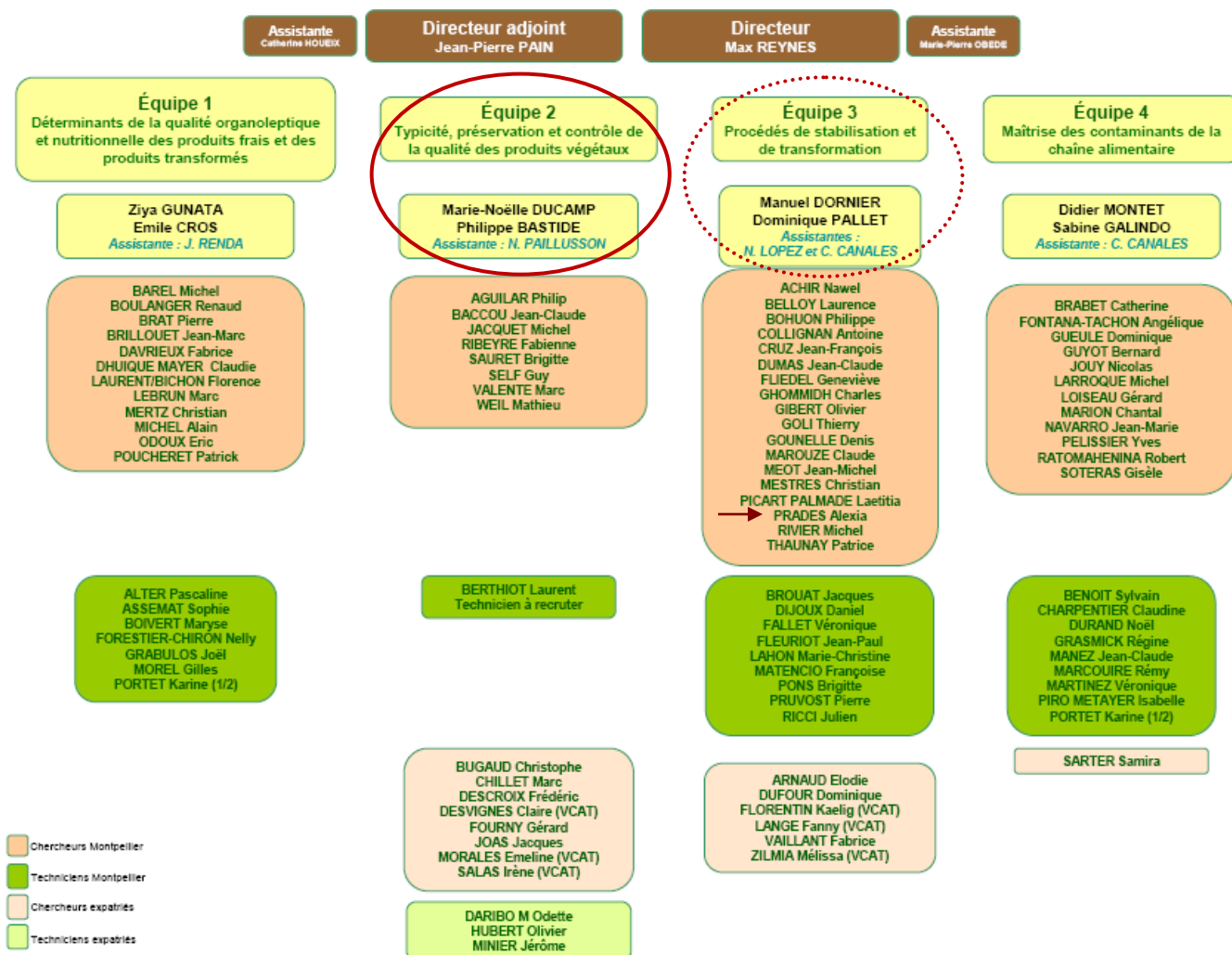


Figure 3 : Organisation de l'UMR Qualisud
(Source : <http://umr-qualisud.cirad.fr>)

2^{EME} PARTIE :
SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE

1- Les fruits de 4ème gamme

1-1- Présentation de la filière

Le marché français des fruits et légumes frais élaborés était estimé, selon Eurostat, à 1,1 milliard d'euros en 2006 (prix sortie usine), tous circuits confondus. Sa croissance de 8,4% en valeur en 2006 était supérieure à celle de l'alimentaire. Les évolutions étaient toutefois contrastées selon les segments, la croissance pour la 5e gamme et les fruits 4e gamme était par exemple plus modérée.

Cette filière doit s'adapter à un environnement en perpétuel changement. Les grandes modifications du paysage fruitier mondial entraînant la ré-organisation de l'hémisphère Sud autour de grands opérateurs internationaux. Les métiers de grossiste et d'importateur évoluent. C'est la grande distribution qui détient la clé de très nombreux marchés. En bout de chaîne, les consommateurs ont de nouvelles exigences en termes de praticité, santé, qualité, etc. Concurrencés par les produits transformés (du simple produit 4ème gamme aux produits ultra-frais, conserves et jus), les fruits et légumes frais tentent de maintenir leur part de marché.

Les enjeux clés du marché sont aujourd'hui les suivants :

- Contrer la dévalorisation causée par le développement de la politique d'innovation créatrice de valeur ajoutée et de ses « gammes économiques »,
- Proposer une gamme diversifiée en se positionnant sur les segments prometteurs du marché (fruits de 4^{ème} gamme, exotique, santé, etc),
- Cibler le développement à l'international en privilégiant l'Europe compte tenu des contraintes de DLC et des coûts logistiques : l'Espagne et l'Italie sont des marchés clés mais l'Europe du Nord et l'Europe de l'Est sont des marchés prometteurs.

1-2- Les paramètres de la qualité et les altérations du fruit

Les opérations de transformation des fruits entraînent un stress abiotique induisant une dynamique de sénescence qui détériore leur qualité. De nombreux paramètres influencent la résistance du fruit à la blessure : l'espèce, la variété, le stade de maturité, les conditions de stockage, la température, le protocole de découpe, les taux de CO₂ et d'O₂ et le taux d'humidité. Travailler avec des fruits moins matures peut garantir un allongement de la durée de vie du produit qui restera ainsi plus ferme (Hodges et Toivonen, 2008).

Différentes réactions apparaissent suite à ce stress tels qu'une décoloration due à la rupture des tissus et au procédé oxydatif, une augmentation de la respiration (Tucker et Latie, 1985) et de la production d'éthylène, une perte de flaveur et de texture, une déshydratation, une perte de poids, une diminution de la teneur en nutriments (vitamine C par exemple).

- Le brunissement enzymatique correspond à l'oxydation des substrats phénoliques par des enzymes telles que la polyphénol oxydase (PPO) ou les peroxydases (POD) (*Figure 4*). Les ortho-

quinones produites sont ensuite condensées pour former des pigments bruns responsables du changement de couleur : les **mélanines**.

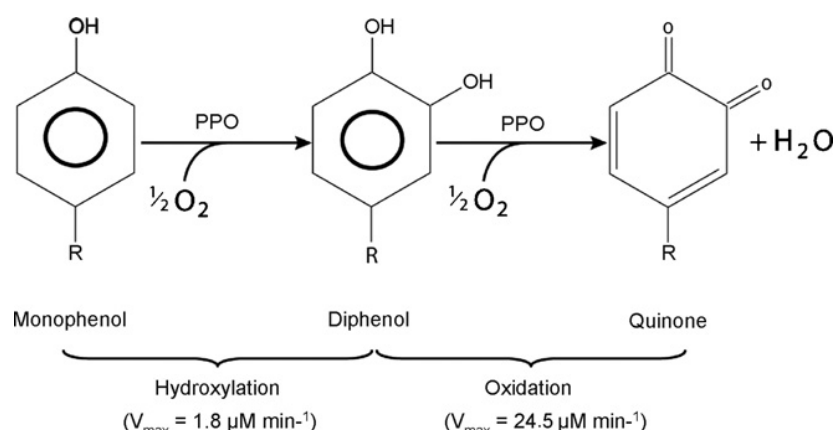


Figure 4 : Bilan réactionnel du brunissement enzymatique lié aux PPO

(Source: Toivonen et Brummell, 2008)

- La modification de la texture est un autre problème important car la fermeté est un des paramètres déterminant la qualité du produit pour le consommateur. Le ramollissement du fruit débute au cours de sa maturation (Figure 5). Les fruits sont classés en deux groupes selon leur comportement textural pendant la maturation : ceux qui ramollissent beaucoup, texture fondante (cas de la banane) et ceux qui ramollissent modérément, texture croquante (cas de la noix de coco). Mais cette perte de la qualité texturante est accélérée chez les fruits fraîchement découpés. Celle-ci est plus importante chez les fruits climactériques car la blessure induit murissement et ramollissement.

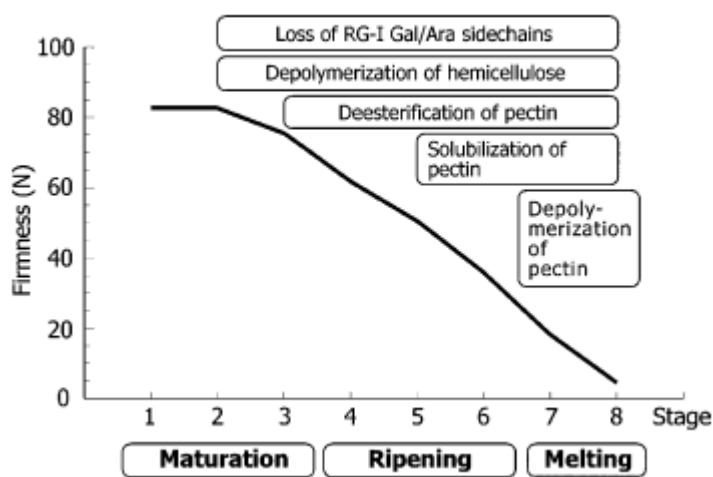


Figure 5 : Ramollissement et changement de la composition cellulaire des parois d'un fruit durant les différentes étapes de maturation et de sénescence.

(Source: Toivonen, P.M.A. et Brummell, D.A., 2008).

- La rupture des tissus va également induire la mise en contact des enzymes et de leurs substrats permettant la synthèse d'éthylène par l'ACC synthétase (Yang, 1985). Cette hormone accélère la sénescence des fruits non climactériques et initie la maturation des fruits climactériques (banane).
- Les fruits stressés sont également sujets aux maladies physiologiques du froid qui se manifestent par des nécroses et une texture anormale. Une atmosphère trop pauvre en oxygène peut conduire le fruit sur une voie anaérobie ou un catabolisme fermentaire ; c'est la déviation métabolique (Varoquaux, 2002). Cette fermentation détériore la qualité gustative de la banane en lui procurant un goût d'alcool en plus de l'odeur.
- Les altérations microbiennes : les surfaces découpées sont rapidement contaminées par la flore de l'environnement et de surface des fruits. C'est pour cela qu'il est important de réduire la contamination initiale des fruits entiers en appliquant divers traitements possibles. La flore prédominante pour la noix de coco est la flore mésophile avec une concentration initiale de 10^4 CFU.g⁻¹. *Serratia rubidea* (*S. merino rubra*) est l'espèce bactérienne isolée la plus fréquente (80% des espèces isolées) dans les noix de coco emballées (Grimont et coll., 1984).

1-3- L'étude de solutions

L'objectif principal du travail est de caractériser par colorimétrie la tendance oxydative de la banane qui développe un brunissement enzymatique avant et durant le procédé, altérant les propriétés organoleptiques et visuelles du produit.

Pour éviter ces dégradations, nous allons chercher à réduire l'activité enzymatique en agissant directement sur l'enzyme mais aussi par action sur ses substrats (les composés phénoliques). Les consommateurs étant de plus en plus concernés par les dangers des additifs alimentaires synthétiques, cela a encouragé la recherche pour des additifs plus naturels et sûrs comme agents anti-brunissement. Les composés inhérents à un aliment et d'origine naturelle s'inscriraient dans cette tendance. Pour satisfaire au mieux les consommateurs, et ainsi garantir la qualité des produits de 4^{ème} gamme, il est possible de jouer sur les paramètres suivants :

- la maturité du fruit à la récolte et les techniques culturales appliquées,
- les conditions de stockage post-récolte,
- les conditions de manipulation telles que la découpe et le pelage,
- les traitements,
- les conditions de stockage des produits transformés : la température, l'atmosphère modifiée, les additifs, l'emballage et films, etc.

1-3-1- Les traitements

Agir sur le brunissement des fruits découpés paraît être une priorité puisque qu'il est une des causes principales de la perte de qualité des fruits après récolte. La stratégie est de moduler l'activité de la PPO et de la POD en éliminant ou inactivant un ou plusieurs composants (oxygène, enzyme ou substrat) de la réaction. Pour cela, plusieurs solutions existent telles que le **traitement thermique** par blanchiment: en général entre 85 et 100°C pendant quelques secondes à quelques minutes (Alegria et coll. 2009, Troncoso et coll. 2009) pour inactiver irréversiblement la PPO. La réfrigération permet également de ralentir le brunissement car elle diminue la mobilité donc les mises en contact nécessaires pour la formation du complexe enzyme-substrat. Il faut faire attention à respecter les températures critiques car certains fruits sont susceptibles d'être altérés par le froid.

L'inhibition chimique permet d'éliminer l'oxygène de la surface du fruit par immersion dans un liquide ayant des propriétés particulières ou par enrobage du fruit avec des films non perméables aux gaz. La PPO peut être inhibée par les acides, polyphénols, acide ascorbique, acide citrique, cystéine, sulfites, etc (*Figure 6*).

Figure 6: Méthodes chimiques de l'inhibition du brunissement enzymatique

(Source : Lozano, 2006)

Quelques unes de ces méthodes ne sont pas autorisées telles que l'emploi de sulfites ou encore d'eau oxygénée. Des études ont tenté de démontrer l'efficacité de ces traitements sur l'amande entière de la noix de coco immergée dans des solutions chlorées (Niamnuy et Devahastin, 2005 ; Amodio et coll., 2004) et sur la banane entière trempée dans des mélanges acides (Vilas-Boas et Kader, 2006 ; Bico, 2008). La chloration et les substances GRAS (Generally Regarded As Safe)

sont efficaces contre brunissement. Le chlorite de sodium est un agent anti bactérien approuvés par la FDA, avec un fort effet inhibiteur du brunissement enzymatique car il inactive la PPO et dégrade ses substrats phénoliques. La FDA approuve également l'utilisation de dioxyde de chlore (formé à partir de chlorite de sodium) en tant qu'agent antimicrobien dans l'eau pour nettoyer certains fruits. Les résidus de dioxyde de chlore ne doivent pas excéder 3 ppm. Le traitement doit être suivi d'un rinçage à l'eau potable ou d'un blanchiment, ou d'une cuisson.

L'efficacité du trempage dans le jus d'ananas (composé d'acides maliques et citriques) a été démontrée par Chaisakdanugull et coll. (2007). Après 24h de stockage des tranches de bananes à 5°C, le jus d'ananas s'est avéré être aussi efficace que 8mM d'acide ascorbique. L'acide oxalique a également fait ses preuves comme agent anti-brunissement (Yoruk et coll. 2004). En effet, les acides réduisent les ortho-quinones produites par PPO en diphenols qui sont moins réactifs et qui empêchent la condensation future des complexes bruns de mélanine (*Figure 7*).

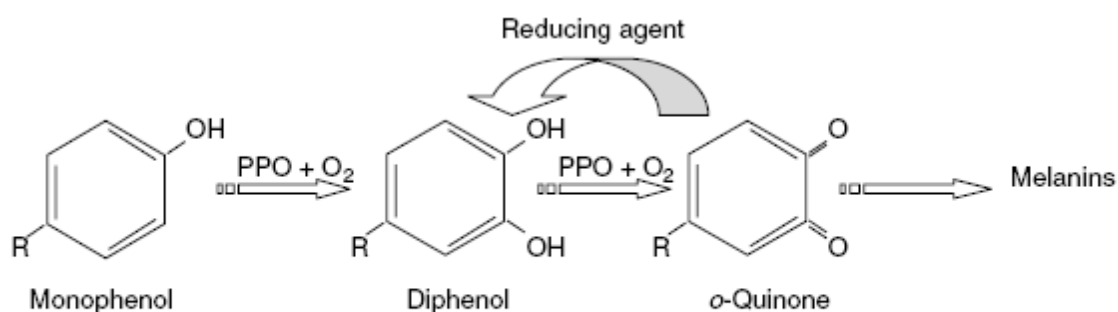


Figure 8.7. Effect of reducing agents on the first stages of EB.

Figure
L'effet
agents

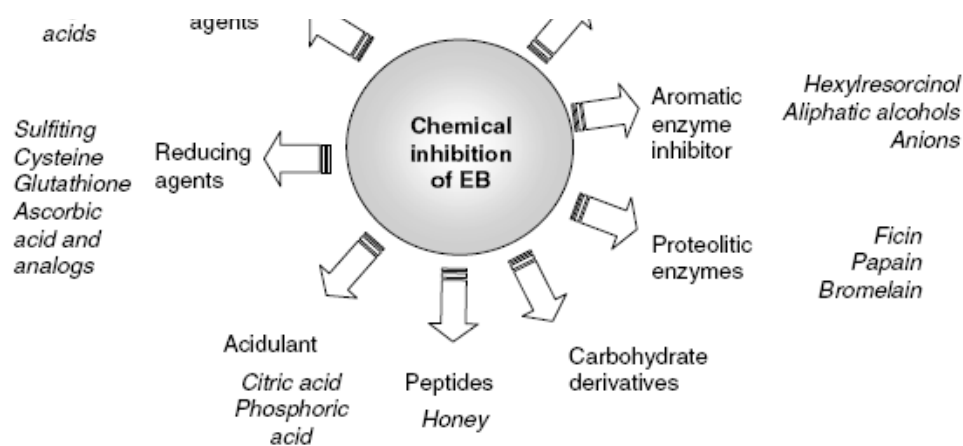


Figure 8.6. Description of chemical methods for the inhibition of EB.

7 :
des

réducteurs sur les premières étapes du brunissement enzymatique.

(Source : Lozano, 2006)

L'acide ascorbique réduit aussi les radicaux alkoxy et peroxy des lipides impliqués dans la détérioration membranaire (Toivonen et Brummell, 2008). Il pourrait aussi être intéressant d'étudier les effets de l'acide citrique en se basant sur l'étude de Demirel (2003) par exemple.

Jiménez et coll. (2005) ont étudié l'efficacité du resvératrol comme antifongique, antioxydant et antibiotique naturel. Ce polyphénol essentiellement trouvé dans les raisins et les mures appartient à la classe des stilbènes. Il peut permettre d'améliorer la durée de vie des fruits en diminuant leur contamination microbienne, en réduisant la perte d'eau (conservation de la fermeté), tout en conservant les propriétés nutritionnelles. Son emploi pourrait être intéressant dans notre étude en tant qu'antioxydant.

Ces 2 types de traitements peuvent aussi être combinés pour plus d'efficacité, comme l'ont montré Waisundara et coll. (2007) pour des triangles d'amande de noix de coco blanchis et traités dans une solution chlorée ou encore Ndiaye et coll. (2009) sur des tranches de mangue blanchies et traitées dans de l'acide ascorbique.

La température

La température est également un facteur à moduler pour garantir une conservation optimale. Une température de 8 à 10°C permet de maintenir en bon état les tissus végétaux à cause du ralentissement métabolique. Mais s'ils sont très découpés, l'effet des découpes devient prédominant avec le développement des oxydations et des bactéries endogènes. Il faut diminuer la température à 5-6°C pour limiter ces phénomènes et la contrôler car elle influe sur la transpiration du produit emballé et donc sur sa fermeté.

L'étude de Sinigaglia et coll. (2003) sur l'amande de noix de coco a montré que l'augmentation de la température de stockage accélère la croissance des bactéries. A 4°C, le jaunissement est minimal et la production de CO₂ comme la consommation d'O₂ sont minimisées. D'après Argosino et Mendoza (1993), la noix en morceaux a une respiration de 2 à 10 fois supérieure à celle de la noix entière.

1-3-3- L'atmosphère

L'atmosphère influe aussi sur le comportement du produit lors de sa conservation. On peut réduire le taux d'O₂ pour limiter la croissance des germes aérobies. Mais la majorité des contaminants des fruits sont des **Gram-** (aéro-anaérobie). De plus, les levures sont insensibles à la diminution d'O₂. L'inhibition de la croissance des moisissures et la réduction de la flore aérobie mésophile peut se faire grâce à du CO₂. En effet, une teneur de 20% de CO₂ altère les membranes cellulaires qui perdent leur sélectivité ou provoque des changements physico chimiques des protéines fonctionnelles. Vilas-Boas et coll. (2006) ont montré qu'un taux de 10% de CO₂ n'inhibait pas le brunissement des rondelles de bananes mais cette atmosphère combinée à des traitements thermiques et/ou chimiques (solutions de CaCl₂, acide ascorbique et cystéine) offrait de meilleurs résultats (Bico, 2008).

L'atmosphère modifiée permet de limiter la perte de turgescence et de texture, de diminuer la production et la sensibilité à l'éthylène ainsi que la respiration. De l'azote peut aussi être utilisé pour abaisser la pression partielle en oxygène. En effet, ce gaz est inerte et permet de d'occuper l'espace gazeux. Amodio et coll. (2004) sont parvenus à conserver 3 semaines des cubes d'amande de noix de coco dans une atmosphère composée de 5% d'O₂ et 20% de CO₂, à 5°C et avec une HR de 90%. Des contrôles réguliers tout au long du stockage sont nécessaires pour éviter la voie fermentaire et par conséquent le développement d'arômes désagréables.

1-3-4- L'emballage

L'emballage constitue une protection contre la perte d'humidité mais empêche la perception de l'odeur par l'acheteur. Les films utilisés peuvent être étanches ou plus ou moins perméables à l'O₂ et au CO₂. Les fruits découpés sont le plus souvent stockés dans des sacs de polyéthylène ou des barquettes en propylène. Des enrobages comestibles sont applicables directement sur le produit et constituent un facteur supplémentaire d'augmentation de la durée de vie du produit et de sa stabilité. Leur avantage est de remplacer les plastiques non biodégradables.

1-4- La législation

Voir *Annexe I*

2- La banane

2-1- Son origine

Les bananes Cavendish commercialisées (*Musa* spp.) appartiennent à la famille des Musaceae, des monocotylédones qui poussent communément dans les tropiques. Il existe de nombreuses variétés qui diffèrent les unes des autres par leur saveur et leur aspect. Les bananes de table sont consommées crues car elles deviennent sucrées en murissant. Elles sont cueillies vertes car elles sont moins fragiles que les bananes mûres durant le transport. Elles sont immédiatement acheminées vers les murisseries où l'emploi d'éthylène permet d'activer le processus de maturation artificielle. Cette opération permet de réguler les flux du marché.

2-2- Sa composition et son intérêt nutritionnel

La banane est un fruit très énergétique (89 kcal/100 g) et très riche en potassium dont elle peut couvrir les besoins quotidiens d'un individu (*Tableau I*).

Les bananes sont une bonne source de **vitamine C** qui consolide les tissus du corps, aide celui-ci à assimiler le fer et favorise le métabolisme. Elles sont également une bonne source de **vitamine A**: celle-ci est nécessaire à la bonne croissance, à la bonne vue et à la prévention des

maladies. Les bananes sont une excellente source **d'éléments minéraux** qui entrent dans la constitution des tissus du corps humain, dans l'élaboration des hormones et qui servent également de régulateurs des fonctions organiques. Ils sont présents en quantités importantes dans le corps humain, dont ils représentent 4% du poids. Comme le rein les élimine quotidiennement, notre alimentation doit en apporter chaque jour des quantités suffisantes. Leur odeur est due à un ester : de l'acide acétique et de l'alcool isoamylique : l'acétate d'isoamyle ($C_7H_{14}O_2$).

Tableau I : Valeur nutritive de la banane (pour 100g de pulpe)

BANANE CRUE (VALEUR NUTRITIVE POUR 100G)

| | | | |
|----------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|
| Energie : 89 kcal | lipides: 0,33 g | sucres simples : 12,23 g | |
| protéines: 1,09 g | glucides: 22,84 g | fibres : 2,6 g | |
| OLIGO-ELEMENTS | | | |
| potassium : 358 mg | magnésium : 27 mg | phosphore : 22 mg | calcium : 5 mg |
| sodium : 1 mg | cuivre : 78 µg | fer : 26 µg | zinc : 15 µg |
| VITAMINES | | | |
| vitamine C : 8,7 mg | vitamine B1 : 31 µg | vitamine B2 : 73 µg | vitamine B3 : 665 µg |
| vitamine B5 : 334 µg | vitamine B6 : 367 µg | vitamine B9 : 0 µg | vitamine B12 : 0 µg |
| vitamine A : 64 UI | rétinol : 0 µg | vitamine E : 0,10 µg | vitamine K : 0,5 µg |
| ACIDES GRAS | | | |
| saturés : 112 mg | mono-insaturés : 32 mg | poly-insaturés : 73 mg | cholestérol : 0 mg |

(Source: National Institute for Health and Welfare)

2-3- Sa filière économique

Les bananes comptent pour 22% de la production mondiale de fruits frais et se classent comme la 2^{ème} plus importante culture de fruit après les agrumes. La production mondiale est passée de 69.6 millions de tonnes en 2005 à 81.3 millions de tonnes en 2007. En 2007, 98% de la production mondiale de bananes provenait des pays en voie de développement dont l'Inde, le Brésil,

la Chine et l'Equateur. En Europe, la production s'est élevée à 405 600 tonnes de bananes dessert en 2007 (FAOSTAT, 2007).

2-4- Les transformations et les altérations de la banane

2-4-1- Le murissement

Les bananes sont des fruits climactériques caractérisés par une augmentation forte et soudaine des taux de respiration et de production d'éthylène en phase climactérique. A 13°C, la banane verte consomme 20 mg de CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ tandis que la banane mûre en consomme 80 (Kader, 1998). Le murissement est un procédé complexe qui implique des changements drastiques au niveau de la composition biochimique du fruit. Ces modifications entraînent un ramollissement, une dégradation de la chlorophylle induisant le jaunissement de la peau ainsi que la conversion de l'amidon en sucres et l'altération de la flaveur et de l'arôme. De nombreuses études, dont celle de Giovannoni (2001), ont montré le rôle important de l'éthylène dans la régulation de la maturation. La couleur de la peau sert d'indicateur du murissement. Une échelle de 1 à 8 est utilisée où 1 est le complètement vert, 2 comporte des traces de jaune, 3 est plus vert que jaune, etc (*Annexe 2*).

2-4-2- Le stockage et le transport

Le stade de maturité choisi pour récolter le fruit dépend du marché auquel il est destiné. L'exportation se fait le plus souvent par bateau où les bananes sont conditionnées en polybags (sacs perméables aux échanges gazeux) permettant de contrôler le taux d'humidité. Il faut cependant veiller à limiter le taux de CO₂ car trop de CO₂ (de 6 à 8%) ramollit la pulpe et altère la flaveur (Kader, 1993). Stockées en dessous de 13°C, les bananes peuvent subir la « chilling injury » noircissant la peau mais aussi la pulpe qui va de plus perdre sa flaveur.

2-5- Les bananes en 4^{ème} gamme

Les bananes sont donc des denrées très périssables avec une faible durée de vie post-récolte. De nombreuses méthodes existent pour prolonger leur durée de vie (réfrigération, stockage en atmosphère contrôlée, absorbants d'éthylène tels que le permanganate de potassium, agents enrobant comestibles, etc.) mais ces pratiques s'avèrent souvent trop coûteuses ou inefficaces et pourraient être jugées « trop artificielles » par les consommateurs. La difficulté de travailler avec des bananes découpées résulte en leur très fort potentiel d'oxydation et de brunissement.

3- La noix de coco

3-1- Son origine et ses usages

La noix de coco est le fruit du cocotier (*Cocos nucifera* L.), un des représentants de la famille des palmiers (Arecacées). Une coque résistante adhère très fortement à la bourre (enveloppe externe coriace et fibreuse) et protège l'amande blanchâtre comestible. Cette dernière est aussi nommée albumen ou chair. L'eau de coco, liquide sucré occupant les trois quarts de la cavité interne diffère du lait de coco qui est le liquide blanchâtre extrait de l'amande râpée et pressée. Le cocotier est acclimaté à la plupart des pays tropicaux. Les fruits peuvent être récoltés verts directement dans l'arbre, ou mûrs lorsqu'ils tombent à terre. Après récolte, les noix de coco fraîches sont stockées entre 0 et 15°C et 75% ou moins d'HR pendant 1 à 2 mois (Sinigaglia et coll., 2003).

3-2- Sa composition et son intérêt nutritionnel

Au début de la croissance du fruit, la coquille vide contient de l'eau qui va se charger en sucres puis se transformer en gel et plus tard en chair dure (amande). Quand elle est prête pour cette conversion, l'eau (représentant alors 20-25% du poids total du fruit) peut contenir jusqu'à 6% de sucres. L'amande représente environ (en poids) 28% du fruit entier (**Tableau II**). Environ 90 % des lipides sont sous formes d'acides gras saturés, la plupart sous forme d'acide laurique (**Tableau III**). L'acide laurique est le principal acide gras saturé du lait maternel et est reconnu pour son effet favorable sur le rapport cholestérol total/cholestérol HDL en le faisant diminuer. Si ce rapport est supérieur à 5, le risque de complications coronariennes est fortement augmenté. La noix de coco est riche en fibres alimentaires. Au niveau des nutriments, l'amande crue est une excellente source de manganèse ainsi qu'une bonne source de fer, de cuivre, de phosphore, de sélénium et de zinc (Trudeau et coll., 2006).

Tableau II : Composition de l'amande de coco fraîche entière et à maturité

| Nutriment | Eau | Lipides | Protéines | Glucides | Fibres |
|--|----------|----------|-----------|----------|--------|
| Quantité (en % du poids frais total de la noix) | 47 à 52% | 35 à 37% | 4% | 8% | 2% |

(Source : Espiard, 2002)

Tableau III : Composition en acides gras de l'huile de noix de coco

| Acides gras | Formule | Quantité (%) |
|-------------|---------|--------------|
| Laurique | C12 : 0 | 51 |
| Myristique | C14 : 0 | 18.5 |
| Caprylique | C8 : 0 | 9.5 |
| Palmitique | C16 : 0 | 7.5 |
| Oléique | C18 : 1 | 5 |
| Caprique | C10 : 0 | 4.5 |
| Stéarique | C18 : 0 | 3 |
| Linoléique | C18 : 2 | 1 |

(Source : Espiard,
3-3- Sa filière

2002)

économique

De part le monde, 10,89 millions d'hectares ont été récoltés en 2007 dont 84.9% en Asie (*Figure 8*). Parmi les principaux pays producteurs en 2007, se trouvaient l'Indonésie (17 Mt), les Philippines (15.6 Mt) et l'Inde (9,4 Mt) pour une production mondiale de 54.7 Mt de noix de coco, soit 5.02 tonnes de noix de coco/ha (FAOSTAT, 2008).

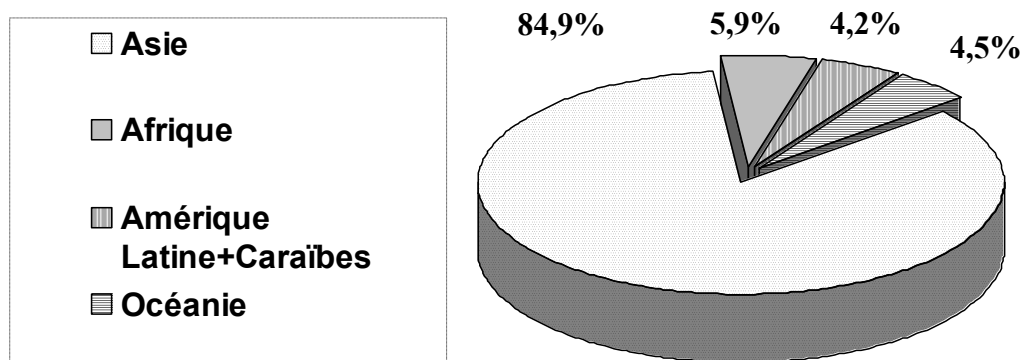


Figure 8 : Répartition mondiale des surfaces de plantations de cocotiers en 2007

(Source : FAOSTAT, 2007)

3-4- Les transformations et les altérations de la noix de coco

3-4-1- Le murissement

La noix de coco est le plus souvent commercialisée au stade de maturité suivant : la noix est dépouillée de son écorce, en la secouant, on entend l'eau de coco à l'intérieur. Celle-ci se transformera au cours du murissement en chair de coco ou amande.

3-4-2- Le stockage et le transport

Les noix mures avec coque peuvent être conservées à température ambiante 2 ou 3 mois. Mais il faut éviter les basses HR et hautes températures. Les noix mures décoquées peuvent être gardées jusqu'à 2 mois entre 0 et 1,5°C et 75 - 85% d'humidité relative (Muliya et Marar, 1963) et au moins 2 semaines si elles sont placées entre 13 - 16 °C avec 80 - 85% d'HR. Les noix jeunes gardées doivent être gardées entre 3 et 6 °C avec 90 à 95% HR (Tongdee et coll., 1992).

Les noix de coco sont transportées dans des containers réfrigérés ou ventilés. La température de stockage est de 0°C et l'humidité relative de 90%. Elles sont conditionnées dans des sacs en toile de jute de 50kg (soit 60 - 100 noix).

3-5- La noix de coco en 4^{ème} gamme

La difficulté dans le travail avec les noix de coco de variétés inconnues réside dans le fait qu'on ne maîtrise pas la nature des matières premières. Ainsi on se retrouve souvent avec des morceaux de variétés différentes dans une même barquette. Cela est gênant car chaque variété possède ses propres caractéristiques physico chimiques et réagit donc différemment au cours du stockage. Il suffit qu'un morceau dans la barquette se dégrade plus vite que les autres pour dissuader de l'achat du produit. Le challenge avec ce produit sera donc de conserver sa couleur blanche, et son aspect « frais » et ce sur le plus grand nombre de morceaux de la barquette.

3^{EME} PARTIE :
MATERIELS ET
METHODES

1- LA BANANE

1-1- La matière première

1-1-1- Les bananes

Lot de bananes Cavendish (*Musa* spp.)
achetées en grande surface Casino (*Figure 9*)

Provenance : Costa Rica

Traitements préalable : Imazalil / Benomyl

Stade de maturité 5 (*Annexe 2*)



Figure 9 : Bananes utilisées pour les expériences

Pour les expériences, les bananes sont découpées en tranches de 5 à 8 mm d'épaisseur puis immergées dans des solutions acides pendant des temps allant de 5 secondes à 2 minutes.

1-1-2- Trempage dans les jus de mandarine, de citron et de grenade

Les mandarines achetées dans le commerce sont pressées manuellement puis le jus est filtré à travers un filtre à café. Les jus de citron et de grenade sont utilisés purs tels quels. On mesure le pH avec le pH-mètre microcomputer pH-vision 6071, JENCO Electronics LTD et le taux de sucres grâce au refractomètre manuel portable gradué de 0 à 32° Brix (FG-113 Brix/ATC) (*Tableau IV*).

Tableau IV : Caractéristiques des solutions acides

| Solution | pH | d° Brix |
|---------------|------|---------|
| jus mandarine | 3,35 | 13,7 |
| jus citron | 2,64 | 8,8 |
| jus grenade | 3,07 | 14,5 |

1-1-3- Trempages dans les solutions de resvératrol

On prépare 3 solutions de resvératrol à partir de resvératrol provenant de polyphénols de raisins fournis par exGrapeTOTAL PPR- Lot N° L08 318 PPR2500 (Fiche technique en *Annexe 3*)

- Solution à 10^{-4} M : peser 3.6259g de polyphénols de raisin qsp 500mL eau distillé.
- Solution à 10^{-5} M : peser 0.3625g de polyphénols de raisin qsp 500mL eau distillé.
- Solution à 10^{-6} M : peser 0.0375g de polyphénols de raisin qsp 500mL eau distillé.

Comme pour les solutions précédentes, on mesure le pH de chaque solution (*Tableau V* et *Figure 10*).

Tableau V : Taux d'acidité des solutions de resvératrol

| Concentration | 10^{-4} M | 10^{-5} M | 10^{-6} M |
|---------------|-------------|-------------|-------------|
| pH | 4,84 | 4,94 | 5,31 |

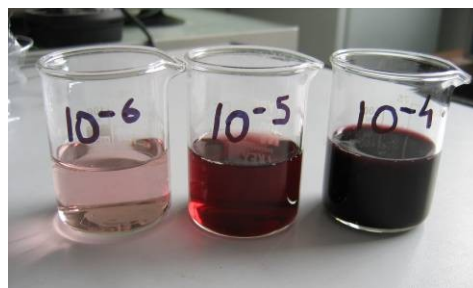


Figure 10 : Solutions de resvératrol

1-1-4- Trempages dans des solutions d'acide citrique

On prépare 4 solutions acides à différents pH à partir d'acide citrique à 99.5% fournit par CARLO ERBA Reagents. On a voulu reproduire les pH de solutions acides faites à partir de jus de citron que l'on trouve dans le commerce. Chaque solution correspond à une dilution de ce jus « commercial » ; on obtient alors un gradient de pH (*Tableau VI*).

Tableau VI : Caractéristiques des solutions d'acide citrique

| Solution | Equivalent en dilution | pH |
|----------|---------------------------|------|
| A | Jus de citron pur | 2,17 |
| B | Jus de citron dilué à 50% | 2,22 |
| C | Jus de citron dilué à 20% | 2,34 |
| D | Jus de citron dilué à 10% | 2,43 |

1-2- L'emballage

Les tranches sont conditionnées en barquettes Alphacel[®] en polypropylène de 500mL (*Annexe 4* et *Figure 11*).



Figure 11 : Barquette Alphacel[®] en polypropylène de 500mL

L'emballage se fait par thermo-scellage grâce à la barquetteuse « a barket befor » BP 40/E, N° série 55992.

1-3- Les analyses physico chimiques

1-3-1- La mesure de couleur au Minolta

La mesure de la couleur se fait à l'aide du chromamètre Minolta CR-300 (*Figure 12*) analysant la couleur selon le système $L^*a^*b^*$ (*Figure 13*).

On l'a utilisé au contact direct du produit, soit au cœur des tranches de banane, soit au niveau de la pulpe.



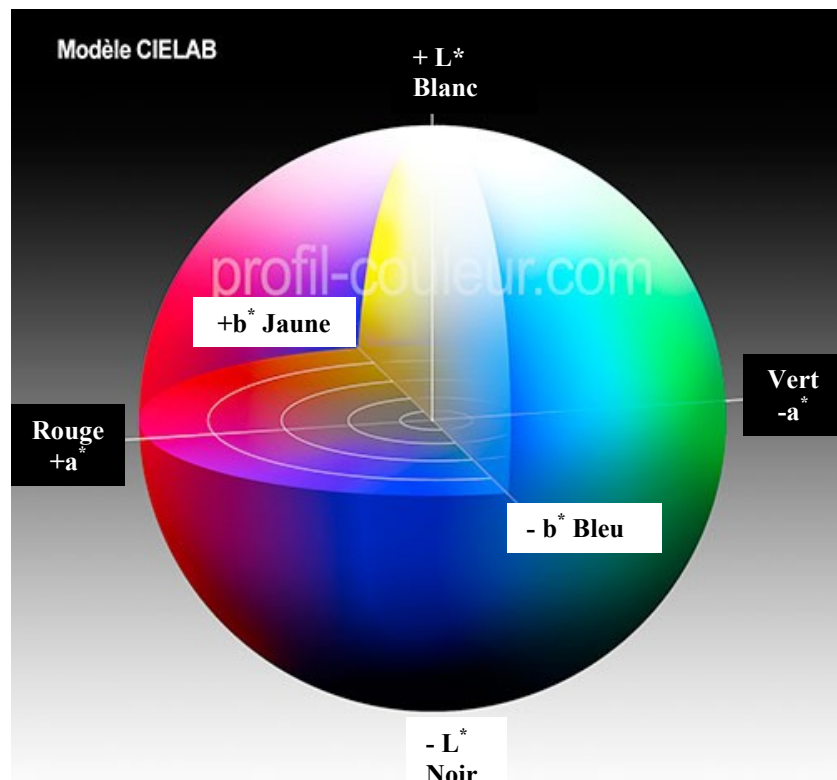
Figure 12: Appareil de mesure de couleur, chromamètre Minolta CR-300

Il permet de mesurer les nuances de couleurs en utilisant un système de couleur tridimensionnel corrélé avec la perception subjective des couleurs. Ainsi, l'axe des L indique la luminosité allant de 0 (sombre) à 100 (lumineux). L'axe des a représente les couleurs allant du vert (-a) au rouge (+a). Enfin l'axe des b représente les couleurs allant du bleu (-b) au jaune (+b).

Figure 13 :

Espace de couleur $L^*a^*b^*$

(Source : <http://www.profil-couleur.com/ec/115-modele-lab/modele-lab.jpg>)



1-3-2- La quantification du brunissement au spectrophotomètre

La spectrophotométrie permet de mesurer la quantité de lumière absorbée à une longueur d'onde donnée par les molécules en solution. Cette absorbance dépend de l'espèce chimique en solution, de sa concentration et de l'épaisseur de solution traversée par le faisceau incident.

Peser 15g de rondelles de banane et les broyer avec 30mL d'eau distillée dans un mixer Warning commercial (*Figure 14*) pendant 20 secondes. La solution obtenue est ensuite centrifugée 5 minutes à 14000 rpm dans des tubes eppendorf par la centrifugeuse de paillasse Sigma (Fisher Bioblock Scientific 1-15) (*Figure 15*). Le surnageant est dilué au 1/5 dans une cuve spectrophotométrique PMMA (Plastibrand®) de 1.5mL avec de l'eau distillée (300µL de surnageant + 1200µL d'eau distillée). L'absorbance de la solution est mesurée à 330nm par le spectrophotomètre UVIKON 933, Double beam UV/VIS, Kontron instruments. Cette longueur d'onde a été choisie après avoir plusieurs fois réalisé le spectre de la solution obtenue. Les principaux pics obtenus se situaient aux alentours de 320-340nm, nous avons donc choisi 330nm comme longueur d'onde pour nos analyses.



Figure 14 : Mixer



Figure 15 : Centrifugeuse de paillasse

2- LA NOIX DE COCO

2-1- La matière première

2-1-1- Les noix de coco

Noix de coco (*Cocos nucifera* L.) provenant de Côte d'Ivoire. Pour les expériences, nous avons ouvert et décoqué des lots de noix de coco de variétés mélangées, puis découpé l'amande en morceaux grossiers (en conservant la testa au dessous).



Figure 16 : Noix de coco utilisées

2-1-2- Les emballages

Des barquettes en PVC/Polyéthylène, de 1,1L et de 450µm d'épaisseur (23.5 x 17 x 3.5 cm) nous ont été fournies par SORETRAC. Elles sont moyenne barrière pendant 21 jours (*Figure 17*).



Figure 17 : Barquette en PVC/PE

Une fiche technique de barquettes proche de celles que nous avons utilisées est présentée en *Annexe 5*. L'*Annexe 6* présente les caractéristiques du film thermo-scellé à la surface de ces barquettes. Les barquettes en PVC/PE, sont bien plus imperméables à l'O₂ que le film utilisé, les perméabilités respectives étant 6,5 cc/m²/bar pour la barquette et de 110 ml/m²/jour pour le film. Nous avons également utilisé les barquettes Alphacel[®] dont la perméabilité à l'O₂ à 25°C est de 59,3 à 64 ml/m²/jour (*Annexe 4*).

2-2- Les équipements de conditionnement

2-2-1- La barquetteuse "a barket befor"

Cf Partie Banane 1-1-2-

2-2-2- La barquetteuse Mini OVG 6

Notre objectif est de parvenir à une atmosphère modifiée dans nos barquettes aux alentours de 25% de CO₂ et de 5% d'O₂. Avec la barquetteuse Mini OVG 6 (*Figure 18*), on réalise 90% de vide, on injecte 90% de gaz de la bouteille B13 (Biolind13: 30% de CO₂, 70% de N₂). La soudure est réalisée à 160°C durant 2.5 secondes (paramètres ayant été optimisés au cours de nombreux essais auparavant).



Figure 18 : Barquetteuse Mini OVG 6 et bouteille de gaz B13

2-3- Les analyses physico- chimiques

2-3-1- L'analyse de la qualité des atmosphères

L'analyseur de gaz Checkmate 9900 PBI Dansensor nous permet relever la composition de l'atmosphère interne des barquettes en O_2 et CO_2 avec une précision de $\pm 0,3\%$.

2-3-2- La mesure de la couleur

La mesure de couleur est effectuée au Minolta CR-330. On calibre l'appareil avant chaque utilisation et on se place dans l'espace de couleur L^*a^*b . On effectue 3 à 5 prises sur le dessus de l'échantillon et 3 à 5 prises sur ses cotés. L'appareil est placé au contact direct de la surface de l'échantillon.

2-3-3- Le taux de matière sèche

- A l'étuve sous vide

Les échantillons sont broyés dans un thermomix VORWERK en présence d'azote liquide (15 secondes puis 10 secondes). On diminue encore la granulométrie en broyant 20 secondes supplémentaires le mélange dans un moulin à café SEB.

On pèse deux grammes de poudre (m_p) dans des coupelles tarées (m_1) préalablement placées à l'étuve à $104^\circ C$. Les coupelles sont ensuite placées 48h dans une étuve sous vide à $60^\circ C$. Au terme des 2 jours, elles sont transférées dans un dessiccateur puis pesées (m_2).



Figure 19 : Etuve sous vide

- Par lyophilisation

Après broyage, les échantillons sont surgelés à -50°C puis stockés à -18°C afin d'éviter toute détérioration du produit. On pèse environ exactement 2g (m_p) dans des coupelles d'aluminium tarées (m_1). On les place dans le lyophilisateur. La phase de lyophilisation (température du piège = -50°C) dure environ 10h. L'eau est ensuite sublimée par paliers en remontant progressivement la température jusqu'à 50°C ; l'opération se poursuit jusqu'à poids constant. Les coupelles sont alors stockées dans un dessiccateur puis pesées (m_2).



Figure 20 : Lyophilisateur

Pour ces deux méthodes, la teneur en eau (g de matière sèche / 100 g de matière totale) est donnée par la relation suivante :

$$\text{Teneur en eau} = 100 * [(m_1 + m_p) - m_2] / m_p$$

On obtient un pourcentage de matière sèche (g de matière sèche / 100 g de matière totale) équivalent à :

$$\% \text{ Matière sèche} = 1 - \text{Teneur en eau}$$

2-3-4- La prise de température

Prise de température au cœur de l'amande à l'aide d'un enregistreur de données Almeno[®] 2290-8 avec une sonde de type K

2-3-5- La mesure de la texture

- Texturomètre

La mesure de texture avec le TAXT-Plus se fait sur des cylindres de 1cm de diamètre et 1 cm de hauteur ou des cubes de 1cm d'arête en utilisant les modules aiguille (2mm de diamètre), cône en plexiglas (40°) ou cellule de Volodkevitch avec des vitesses (0,2 à 3 mm.s⁻¹) et des distances de pénétration (1 à 6mm) variables. Les courbes obtenues sont traitées avec le logiciel Texture Exponent version 2.0.6, Stable Micro Systems, afin d'en extraire les différents paramètres comme la force maximale ou les aires sous les courbes.

- Pénétrométrie manuelle

La fermeté est également mesurée manuellement à l'aide d'un pénétromètre manuel de la société Agro Technologie sur les morceaux d'amande.

2-3-6- La prise de photos

Les photos sont prises avec un appareil photo numérique Sony[®] DSC F707. Une cabine avec éclairage a été installée pour permettre de reproduire un éclairage identique et donc de repérer l'évolution de couleur au jour le jour. Par barquette, une photo d'ensemble est prise à 20cm de hauteur ainsi qu'une photo d'un morceau de plus près représentatif de l'ensemble des morceaux de la barquette à 3 cm de hauteur.

2-4- Les analyses microbiologiques

On écouvillonne des cubes de 1 cm³ de noix de coco prélevés dans les barquettes. On utilise pour cela des écouvillons 929C de COPAN avec 1ml de milieu Lethen. On agite 10 secondes les tubes avant d'ensemencer. Deux types de pétrifilms sont utilisés: 3M Pétrifilm Flore Totale et 3M Pétrifilm Levures et Moisissures. Les pétrifilms flore totale sont placés 48h à l'étuve à 30°C avant de procéder au comptage des colonies ; tandis que les pétrifilms levures et moisissures sont conservés à température ambiante (+25°C). La lecture se fait à 3 et 5 jours d'incubation.

2-5- Les méthodes statistiques

Les résultats présentés dans ce rapport sont des moyennes et des intervalles de confiance calculés à 95%.

L'emploi des plans d'expérience s'explique ici car l'étude d'un phénomène se schématise le plus souvent de la manière suivante : une **réponse** Y dépend d'un grand nombre de variables X_1, X_2, \dots, X_n appelées les **facteurs**. La modélisation mathématique consiste à trouver une fonction f telle que $Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$. Par la méthode classique, on mesure Y pour plusieurs valeurs de X . Ainsi, par exemple, si nous avons 4 variables et si l'on décide de donner 5 valeurs expérimentales à chacune d'elles, nous sommes conduits à effectuer $5^4 = 625$ expériences. Ce nombre élevé dépasse les limites de faisabilité tant en temps qu'en coût. Il faut donc réduire le nombre d'expériences à effectuer sans pour autant perdre sur la qualité des résultats recherchés. L'utilisation d'un plan d'expérience donne alors une stratégie dans le choix des méthodes d'expérimentation. Le succès des plans d'expériences dans la recherche et l'industrie est lié au besoin de compétitivité des entreprises : ils permettent une amélioration de la qualité et une réduction des coûts.

Ce sont des plans d'expérience 2 facteurs à 3 niveaux avec 9 répétitions au point central pour nous ont permis de déterminer rapidement les paramètres de mesure les plus efficaces pour effectuer nos tests de texture.

4^{EME} PARTIE :
ANALYSE DES
RESULTATS ET
DISCUSSION

1- LA BANANE

Les résultats présentés ont été calculés à l'aide de moyennes et d'intervalles de confiance à 95% de précision.

1-1- Trempages dans les jus de mandarine, jus de citron et jus de grenade

1-1-1- Détermination de la durée du trempage

Les tranches immergées pendant des durées variables (5 secondes à 2 minutes) dans les différents jus ont été conditionnées 3 par 3 en barquettes. Les barquettes ont été ensuite scellées et conservées en chambre froide positive à +4°C. Chaque jour une barquette a été prélevée pour effectuer les analyses de couleur au Minolta sur les 3 rondelles et étudier l'évolution du brunissement enzymatique. On a ainsi effectué une mesure au cœur de chaque tranche et une mesure sur la pulpe.

Sur les graphiques, la droite « théorique » correspond à la valeur de départ de la couleur des bananes pelées, découpées, non traitées si elle n'évoluait pas dans le temps. Nous voulons rester proches de cette représentation tout au long de la durée de conservation car elle est gage de fraîcheur pour le produit.

Les trempages d'une et deux minutes induisent de fortes variations du paramètre de couleur a^* au cours du traitement (*Figure 21*). C'est l'effet inverse de la conservation voulue. En revanche, les trempages de 5 et de 30 secondes permettent de conserver ce paramètre globalement constant comme le montrent les écarts types du *Tableau VII*. Cela s'explique par le fait que le paramètre a^* concerne les variations de couleur allant du rouge au vert, couleurs que l'on ne retrouve pas dans notre produit alors que les jus utilisés présentent de fortes composantes dans le rouge en particulier.

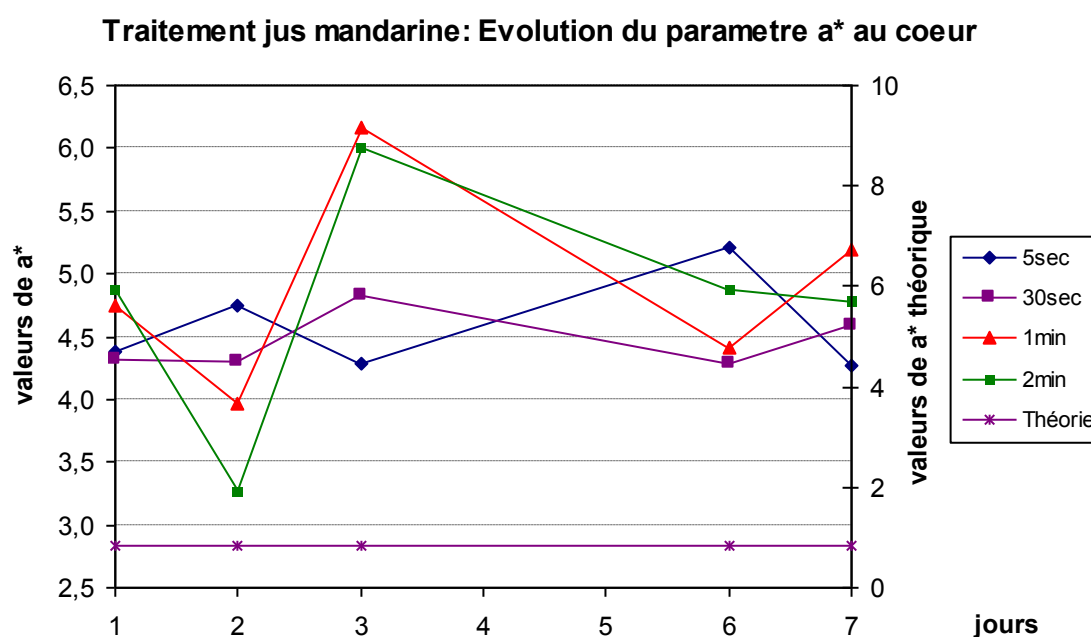


Figure 21 : Evolution du parametre a^* au coeur des tranches trempées dans le jus de mandarine

Tableau VII : Valeurs de a^* pour le trempage dans le jus de mandarine

| Durée de trempage | moyenne | écart type | intervalle confiance |
|-------------------|---------|------------|----------------------|
| 5sec | 4,58 | 0,41 | 0,36 |
| 30sec | 4,46 | 0,24 | 0,21 |
| 1min | 4,90 | 0,84 | 0,74 |
| 2min | 4,76 | 0,98 | 0,86 |

Les analyses portant sur les paramètres L^* et b^* confirment également l'observation précédente ; les trempages d'1 et 2 minutes donnent des valeurs de L^* et b^* en fin d'expérience plus éloignées du modèle théorique que les trempages de 5 et de 30 secondes (*Figures 22 et 23*). La diminution de la valeur de L^* , qui correspond à la diminution de la luminosité des tranches de bananes, est due au brunissement enzymatique qui résulte de l'oxydation des substrats phénoliques par des polyphénols oxydases. La diminution de la valeur b^* correspond à la perte de couleur jaune de la banane. Tous deux attestent de la bonne qualité du fruit et sont donc une garantie de fraîcheur pour le consommateur.

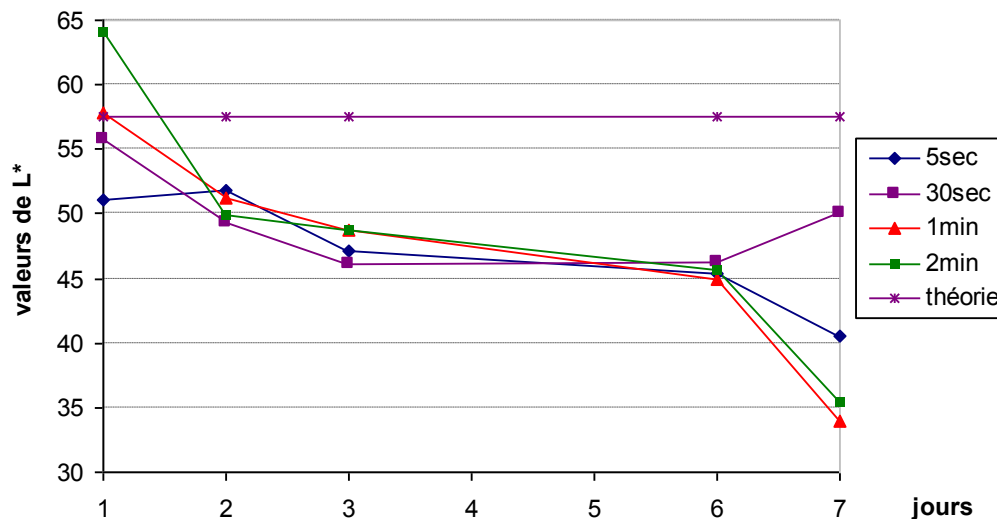


Figure 22 : Evolution du paramètre L^* au cœur des tranches trempées dans le jus de citron

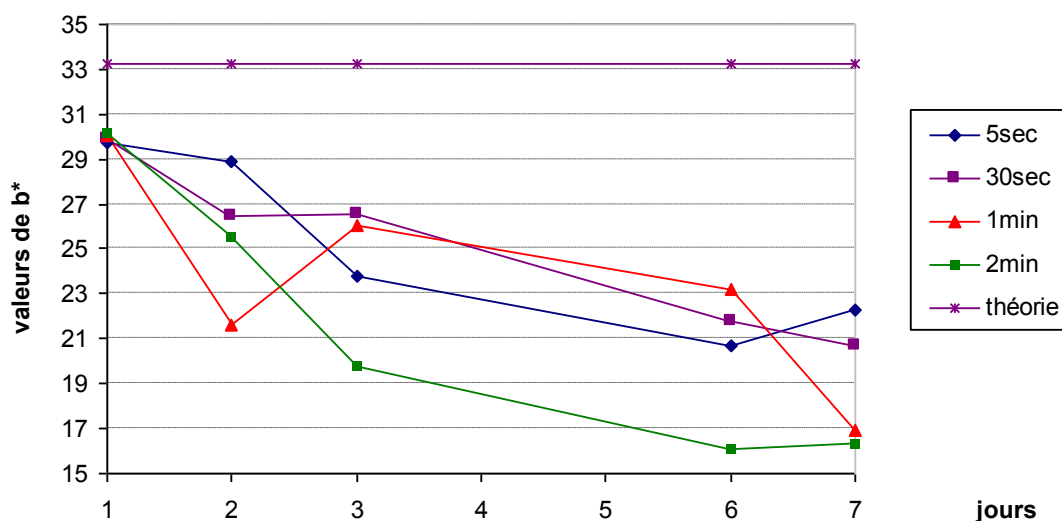


Figure 23 : Evolution du paramètre b^* au cœur des tranches trempées dans le jus de grenade

Les prises photographiques de la *figure 24* décrivent ce phénomène de brunissement observable au cours des premiers jours. Les tranches conservent un aspect acceptable jusqu'au troisième jour (pulpe conserve une couleur jaune) mais le cœur est déjà brun.

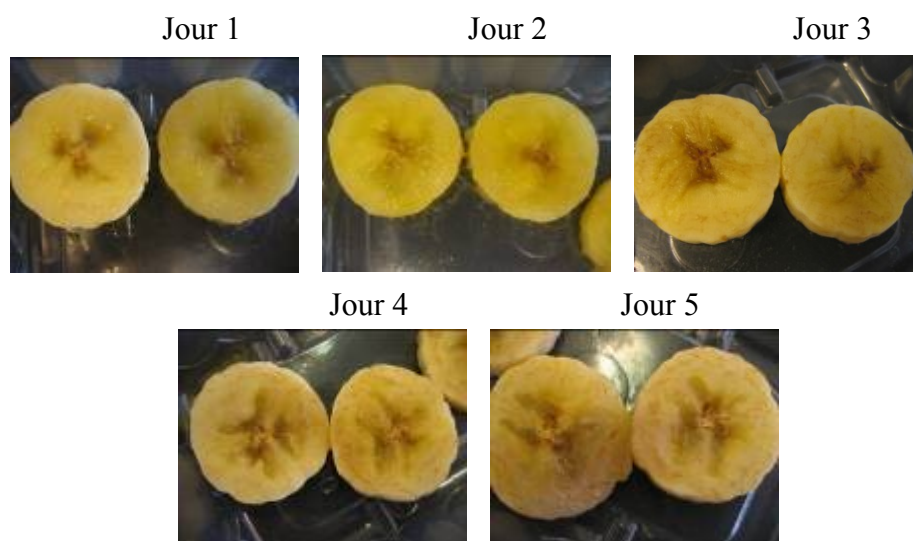


Figure 24 : Evolution de l'aspect visuel des tranches trempées 30 secondes dans le jus de citron

Le résultat attendu étant d'avoir une coloration la plus proche possible de celle du départ, le bain de trente secondes semble être la meilleure solution pour les expériences à venir. Nous aurons ainsi plus de certitudes de l'efficacité du traitement comparé au trempage de 5 secondes qui risquerait de ne pas être suffisamment long pour inhiber la polyphénol oxydase.

1-1-2- Choix du jus de trempage

L'évolution du brunissement enzymatique des bananes trempées dans différentes solutions a été comparée à celle de témoins trempés dans de l'eau distillée.

Le trempage dans le jus de grenade (fruit à la couleur rouge très prononcée) colore les tranches découpées. Ainsi le paramètre a^* qui caractérise les tons colorés du vert ($-a^*$) au rouge ($+a^*$) est grandement affecté. Au jour 0, la pulpe présente une coloration de -3 pour le témoin tandis que la tranche trempée dans le jus de grenade indique +5 sur la *figure 25*. Ce jus n'est donc pas une solution possible à notre problème puisqu'il donne une couleur rosée aux tranches qui sont censées rester jaunes.

Le jus de mandarine n'a, quant à lui, aucune efficacité par trempage sur le brunissement des tranches de banane. Les valeurs des paramètres a^* et L^* (*Figure 26*) suivent la même évolution que celles du témoin. Au niveau visuel, on ne peut pas réellement apprécier de différence (*Figure 28*).

Le trempage dans le jus de citron permet de conserver le paramètre a^* à des valeurs inférieures à celles du témoin. En effet, celles-ci varient de -3 à +1 en 5 jours (au niveau de la pulpe)

tandis que pour le témoin, nous observons des valeurs allant de -2 à +2. L'allure de la courbe « jus de citron » sur la *figure 27* s'explique par le fait que le paramètre b^* mesure les variations de couleurs entre le bleu et le jaune. Or en trempant nos tranches dans du jus de citron, nous rajoutons cette teinte jaune au produit, ce qui explique l'augmentation de couleur à $t=0$ jusqu'à $t=2j$, puis on assiste à la dégradation de couleur qui fait chuter le paramètre b^* de +34 à +25.

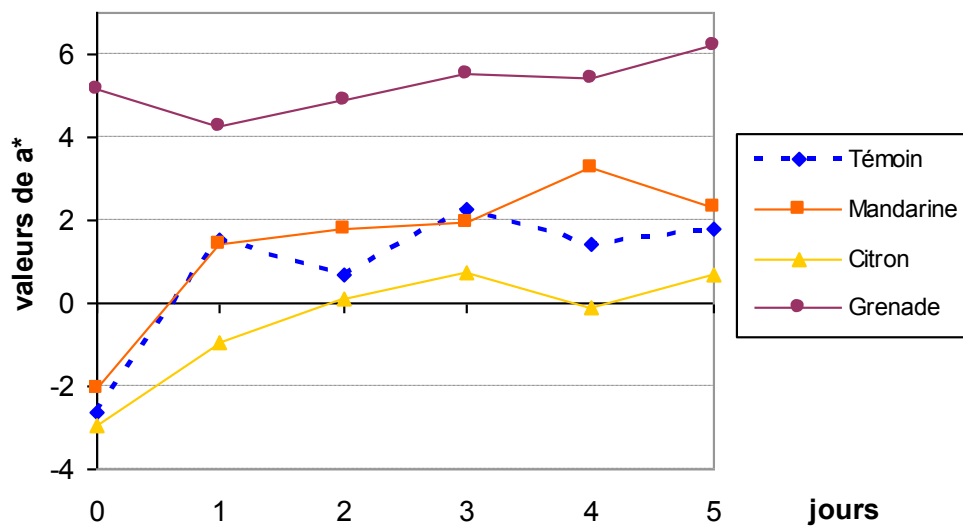


Figure 25 : Evolution du paramètre a^* de la pulpe des tranches de banane trempées 30 secondes dans différentes solutions acides.

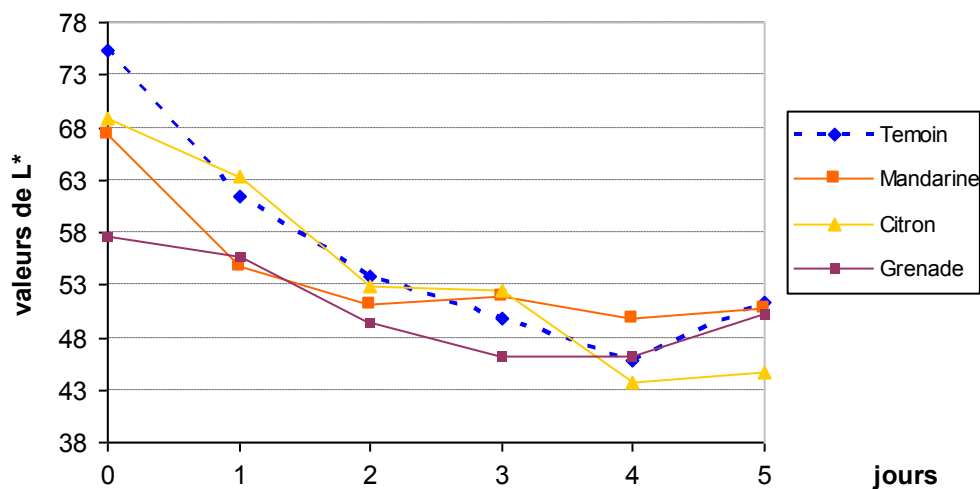


Figure 26 : Evolution du paramètre L^* au cœur des tranches de banane trempées 30 secondes dans différentes solutions acides

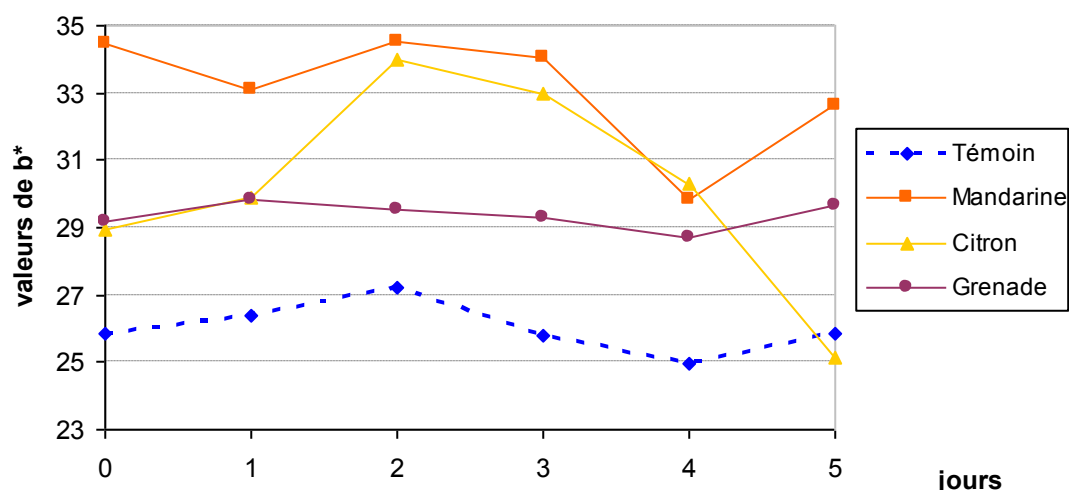


Figure 27 : Evolution du paramètre b^* au cœur des tranches de banane trempées 30 secondes dans différentes solutions acides

C'est avec le jus de citron que l'on obtient les tranches les plus claires et donc les plus proches de leur aspect initial (*Figure 28*). C'est ce jus qui nous donne des résultats les plus proches de ceux que nous recherchions.

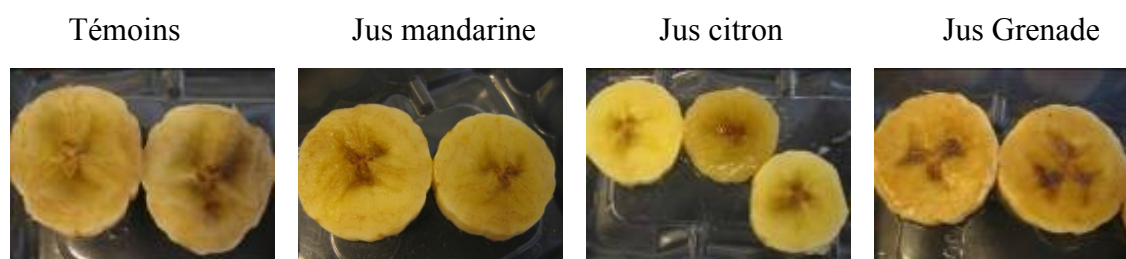


Figure 28 : Aspect des tranches ayant subi les différents traitements au 3^{ème} jour (trempage 30 secondes)

Bien que le jus de citron donne des premiers résultats relativement satisfaisants au niveau de la couleur, nous avons constaté un phénomène de ramollissement et de translucidité des tranches. Un agent tel que le calcium pourrait être ajouté à la solution afin de favoriser la cohésion cellulaire de la tranche et ainsi d'éviter son ramollissement.

1-2- Trempages dans les solutions de resvératrol

Connaissant les puissantes propriétés antioxydantes de ce polyphénol de raisin, nous avons cherché à savoir si le resvératrol pouvait retarder ou au mieux inhiber le phénomène de brunissement enzymatique des tranches de bananes.

Les tranches immergées pendant 30 secondes dans les solutions de différentes concentrations (10^{-4} M, 10^{-5} M et 10^{-6} M) ont été conditionnées 3 par 3 en barquettes. Les barquettes ont été ensuite scellées et conservées en chambre froide positive à $+4^{\circ}\text{C}$ durant 5 jours. Chaque jour, une barquette a été prélevée pour effectuer les analyses de couleur au Minolta sur les 3 rondelles. On a effectué la mesure au cœur de chaque tranche et au niveau de la pulpe, soit 2 mesures par tranche.

Sur la *figure 29*, on observe que le paramètre a^* correspondant à la courbe de concentration 10^{-4} M est bien plus fort que celui des 2 autres concentrations et ce pendant toute la durée de l'expérience. La couleur rouge du jus a donc une influence significative sur les résultats, allant jusqu'à masquer son effet éventuel sur le brunissement enzymatique.

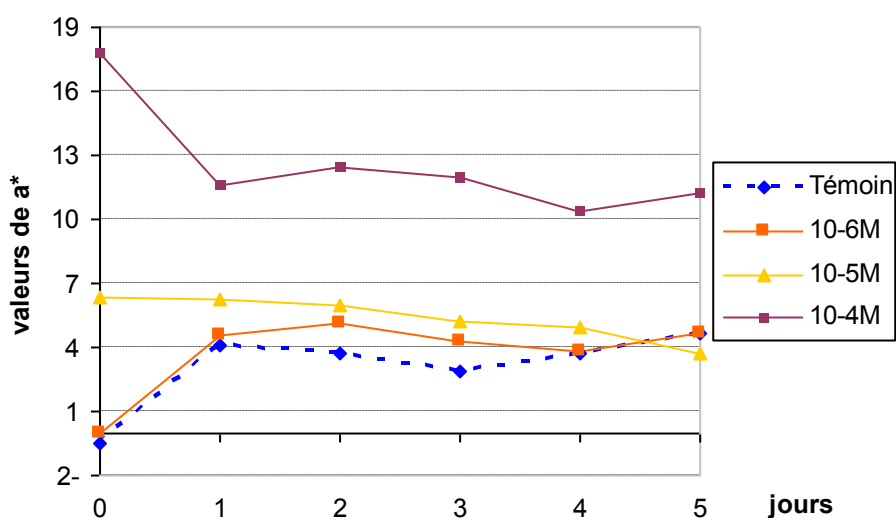


Figure 29 : Evolution du paramètre a^* au cœur des tranches de banane trempées 30 secondes dans des solutions de resvératrol à différentes concentrations.

Les photos prises chaque jour nous ont également permis de nous rendre compte que la solution 10^{-4} M était bien trop concentrée. Celle ci donne en effet une coloration trop foncée aux rondelles dès le jour 0, masquant leur couleur originelle (*Figure 30*).



Figure 30 : Evolution de l'aspect des tranches trempées dans la solution à 10^{-4} M pendant 30 secondes

Ne correspondant pas tout à fait à nos attentes, nous décidons donc d'écarter ce jus concentré à 10^{-4}M de nos solutions possibles.

Quant aux 2 autres solutions, bien qu'étant moins concentrées, elles n'ont pas donné des résultats très concluants. A partir du troisième jour, l'effet des trempages dans ces jus sur le paramètre b^* est devenu significatif comparé au témoin (*Figure 31*). Mais comme on peut le constater sur la *figure 32*, l'aspect des tranches au bout de 5 jours était peu convainquant. Or notre objectif est de pouvoir conserver notre produit dans les linéaires entre 8 et 10 jours.

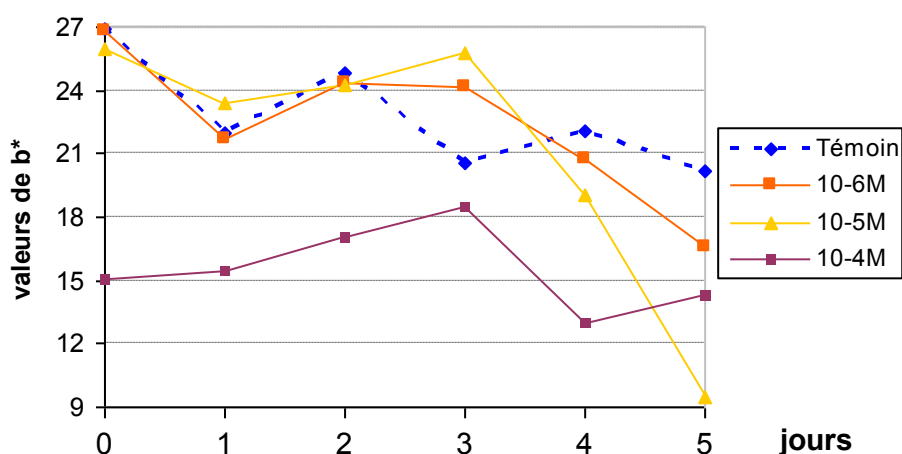


Figure 31 : Evolution du paramètre b^* au cœur des tranches de banane trempées 30 secondes dans des solutions de resvératrol à différentes concentrations.

Trempe dans le jus à 10^{-6}M



Trempe dans le jus à 10^{-5}M



Figure 32 : Aspect des tranches de bananes trempées dans les solutions de resvératrol à différentes concentrations pendant 30 secondes au bout de 5 jours

Suite à ces résultats, nous avons décidé de ne pas poursuivre les expériences avec le resvératrol qui présente un inconvénient majeur au niveau économique. Ce traitement reviendrait trop cher, sachant que le resvératrol que nous avons utilisé est le moins cher car extrait de pépins ou de marc de peau (165 €/kg). De plus, nous doutons fortement du potentiel de réussite après ces expériences préliminaires.

Le brunissement constaté de nos tranches a également pu être causé par de trop basses températures de stockage. C'est pourquoi pour la suite des expériences, nous avons décidé de nous placer en conditions de conservation plus douces c'est-à-dire en chambre froide de +8 à 12°C.

1-3- Trempages dans l'acide citrique

Les tranches de bananes sont trempées 30 secondes dans les 4 solutions acides, puis réparties dans les barquettes 3 par 3 et stockées à $+12^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 9 jours. Chaque jour, une barquette est prélevée pour analyser l'évolution du brunissement enzymatique par spectrophotométrie.

L'acide citrique a un effet significatif sur la couleur des tranches jusqu'au troisième jour. La solution A correspondant au pH le plus acide permet d'obtenir l'absorbance la plus élevée au cours des jours 1 et 2 (*Figure 33*).

Entre le quatrième et le huitième jour d'expérience, les analyses n'ont pas pu être menées pour cause de jours fériés. Cependant la tendance constatée par la suite est une nette diminution de l'absorbance, résultat du brunissement enzymatique des tranches que l'on distingue sur les prises photographiques de la *figure 34*. Celles-ci nous permettent d'affirmer que les traitements C et D correspondant aux dilutions de 20 et 10% ne sont pas assez acides pour lutter contre le brunissement enzymatique. L'évolution de couleur des tranches est trop proche de celle du témoin et leur aspect en fin d'expérience n'est pas satisfaisant.

Les traitements A et B voient aussi leur efficacité limitée à quelques jours en début d'expérience car au bout des 8 jours, l'aspect des tranches n'est plus bon et semblable à celui des traitements C et D.

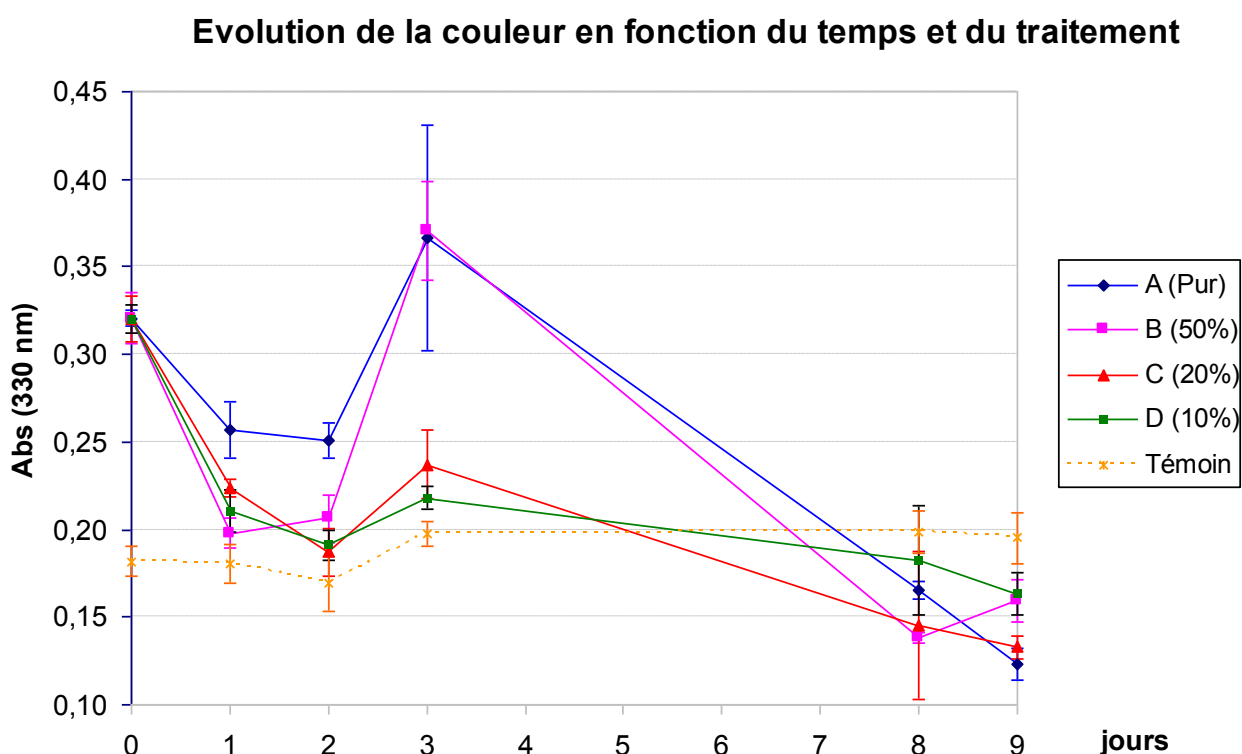


Figure 33 : Evolution de la couleur des tranches en fonction du traitement appliqué

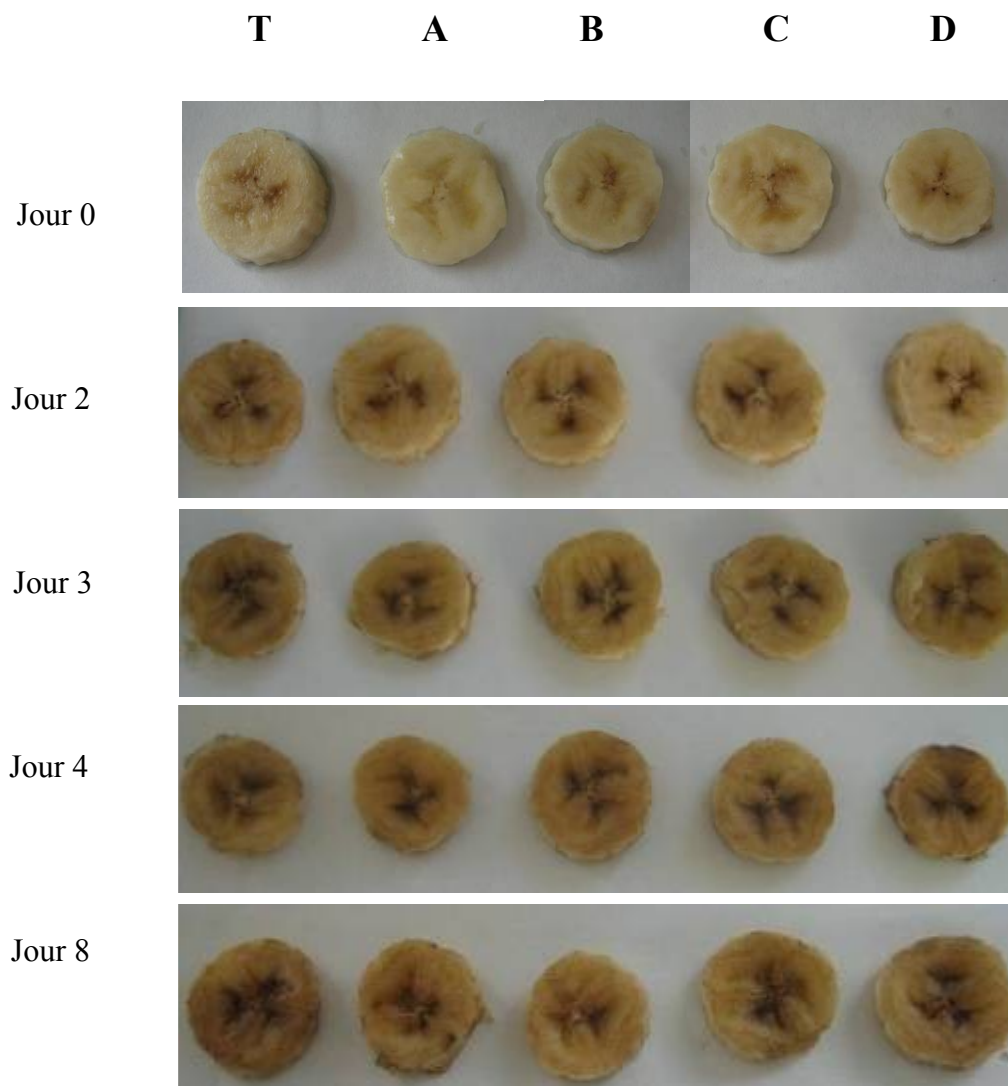


Figure 34 : Evolution visuelle de l'aspect des tranches en fonction des différents traitements

Malgré le peu de résultats exploitables, ces manipulations n'ont pas été sans intérêt puisqu'il s'agissait de pré-tests qui nous ont finalement démontré que le jus de citron et en particulier son acide citrique s'avérait être le meilleur moyen pour lutter contre le brunissement enzymatique de la banane fraîchement découpée. Par manque de temps, je n'ai eu le temps de tester que peu de possibilités mais de nombreuses perspectives restent encore à explorer et à combiner entre elles pour aboutir au résultat recherché. C'est un sujet sur lequel très peu de personnes se sont jusqu'à présent penchées mais beaucoup reste à faire comme ajuster les proportions d'acide citrique, optimiser les températures de stockage, utiliser les atmosphères modifiées, ajouter du calcium pour conserver la texture, etc.

2- LA NOIX DE COCO

2-1- Tests d'étanchéité des barquettes et effet de la température sur les échanges gazeux

2-1-1- Avec matière inerte

La première partie du travail de cette étude consiste à maîtriser l'aspect conditionnement et échanges gazeux qui en résultent. D'après les fiches techniques, nous pouvons considérer que la majorité des gaz est perdue par le film. C'est pourquoi nous avons choisi de nous intéresser aux échanges film / atmosphère et non barquette / atmosphère. L'intérêt que nous portons au packaging vient aussi du fait que la noix de coco est un fruit qui a un taux de respiration très faible et ce qui, par conséquent, n'explique pas les modifications atmosphériques que l'on pourrait constater dans les barquettes.

Deux morceaux de verre (matière inerte) sont placés dans les barquettes. Les barquettes nommées A1, A2, A3 et A4 sont stockées à température ambiante tandis que A5 et A6 sont stockées en chambre froide positive (entre +3 et +5°C).

Le taux d'O₂ reste stable dans la pièce où les mesures sont effectuées tout au long de l'expérience (soit en moyenne 20,83% ± 0,10%).

Les barquettes A1, A3, A5 et A6 permettent de conserver un taux d'O₂ relativement stable au cours des 9 jours de conservation (*Figure 35*). Le taux d'oxygène de la barquette A2 augmente considérablement à partir du 2^{ème} jour ce qui peut s'expliquer par une micro fuite au niveau de la partie thermo scellée du film. Il existe aussi une fuite dans la barquette A4 mais celle-ci tend à se stabiliser à partir du 2^{ème} jour.

Le comportement des barquettes stockées en chambre froide est identique à celui des barquettes stockées à température ambiante. En effet, le taux d'O₂ reste constant que ce soit dans A6 ou dans A1. Le froid n'a donc pas d'influence sur l'étanchéité d'O₂ des barquettes utilisées.

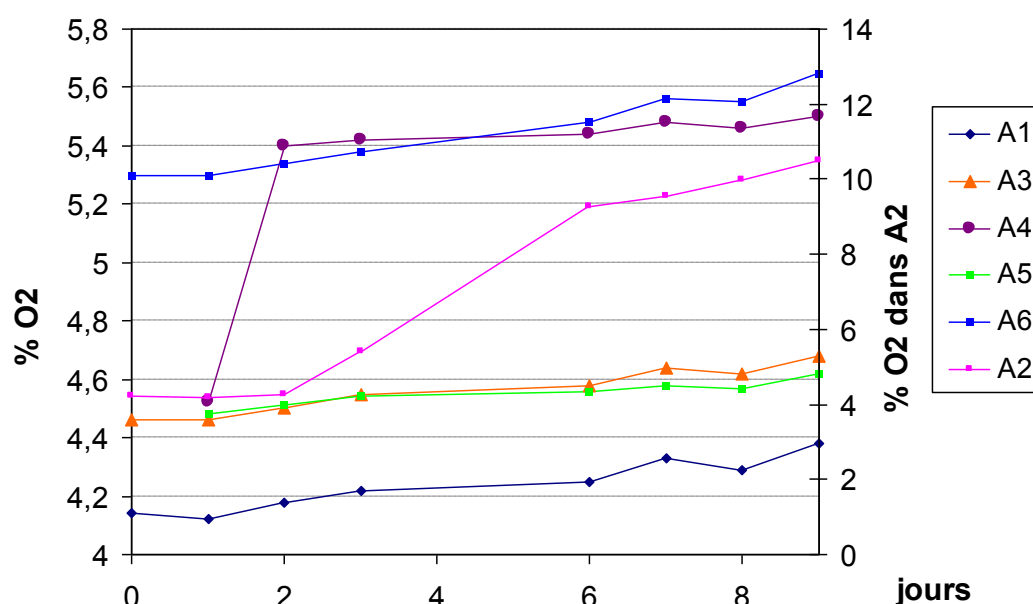


Figure 35 : Evolution du taux d'O₂ dans les barquettes en PVC/PE contenant de la matière inerte

La précision de mesure du taux de CO₂ est un peu moins bonne car cette valeur est faible et dans la zone de précision de l'appareil.

Au cours du premier jour, l'atmosphère interne des barquettes tend à se stabiliser (*Figure 36*). Puis le deuxième jour, toutes les barquettes font l'objet d'une diminution de la quantité de dioxyde de carbone comparé à la quantité initiale. Cette perte de CO₂ est plus importante pour les barquettes A4 et A2 (non représentée). Nous l'avons constaté précédemment (figure O2), ces barquettes faisant sûrement l'objet de micro fissures au niveau de la soudure du film. Cependant, la quantité de CO₂ reste relativement constante au long des 9 jours ce qui atteste d'une bonne imperméabilité de nos barquettes face aux conditions de stockage utilisées. De plus, le froid ne perturbe pas la perméabilité de la barquette au CO₂.

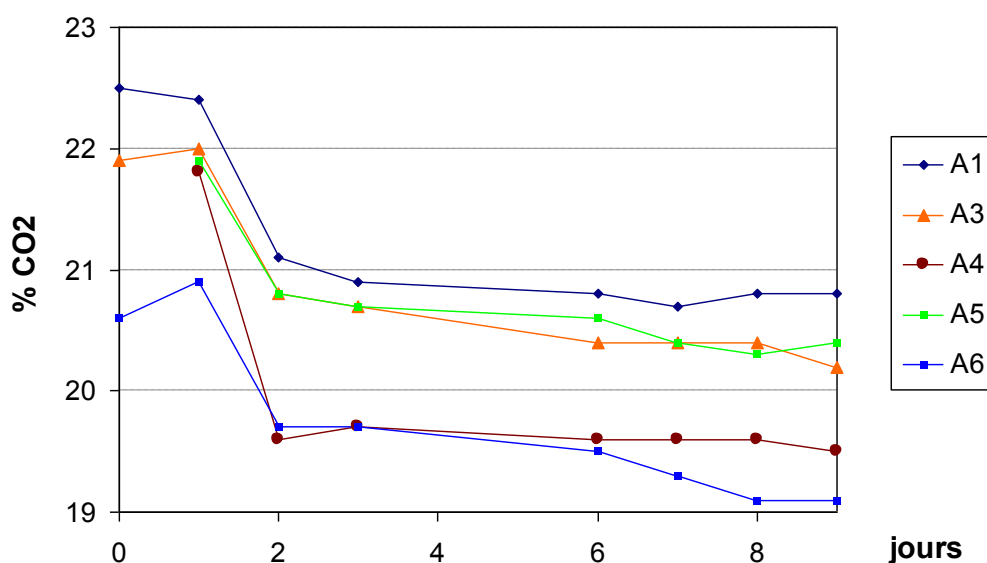


Figure 36 : Evolution du taux de CO₂ dans les barquettes en PVC/ PE contenant de la matière inerte

2-1-2- Avec amande fraîche

Trois barquettes nommées A, B et C contenant 200g de morceaux d'amande de noix de coco (5 cm x 1 cm) sont thermo scellées par la Mini OVG 6. Paramètres de l'emballage : taux de vide 90%, taux de réinjection 90% (bouteille de gaz Biolind B13), temps de soudure 3 secondes, température de soudure 130°C.

La barquette témoin T contenant 2 morceaux de verre est scellée dans les mêmes conditions.

Une barquette nommée D contenant 200g d'amande est scellée sans vide ni aucune injection de gaz.

Elles sont toutes conservées en chambre froide positive entre +3 et +5°C.

Dans les barquettes A, B, C et D nous constatons une nette diminution de la quantité d'oxygène au cours des 10 jours (*Figure 37*). La plus forte baisse est constatée dans la barquette A avec une perte de 1,51% d'O₂ sur les 5,11% présents au départ. Dans la barquette D, la perte d'O₂

sur les 10 jours d'expérience s'élève à 3,1%. Grace à l'atmosphère modifiée (barquette A), on permet de réduire la perte d'O₂, ralentissant ainsi l'altération du produit au cours du stockage.

La barquette Témoin ne présente quasiment aucune diminution du pourcentage d'O₂ et nous permet d'affirmer que la perte d'oxygène mesurée dans les barquettes A, B et C est clairement due à la matière première.

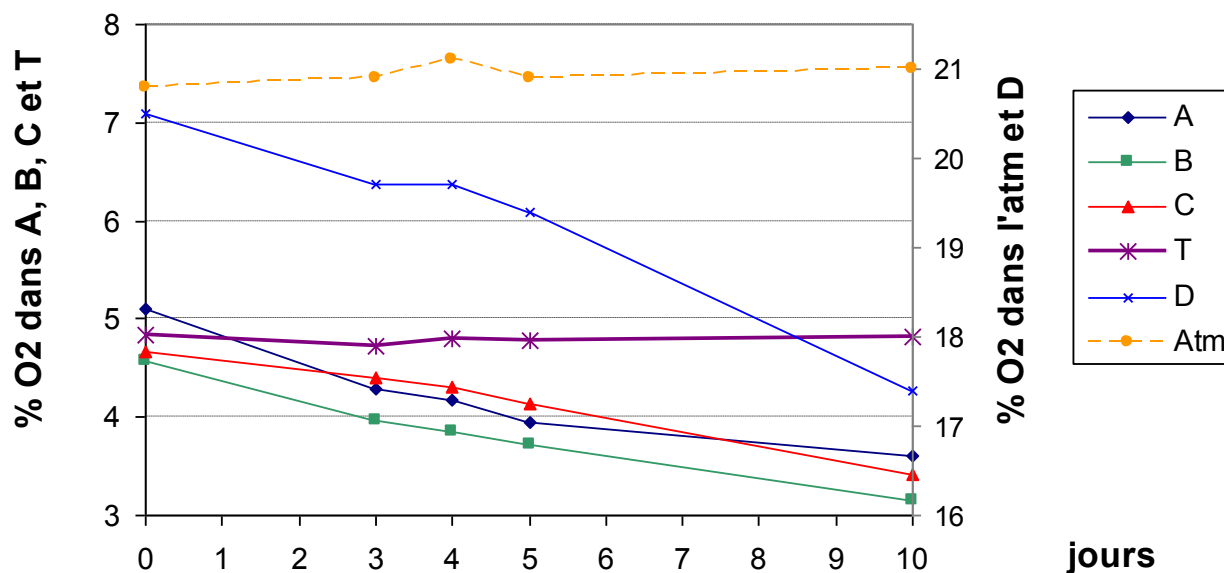


Figure 37 : Evolution du taux d'O₂ dans les barquettes contenant 200g d'amande de noix de coco fraîchement découpée.

Dans la barquette D, le taux de CO₂ augmente continuellement, plus fortement au cours des trois premiers jours (*Figure 38*). C'est en effet au début du stockage que l'amande est la plus jeune et donc la plus active d'un point de vue respiratoire. Elle rejette donc plus de dioxyde de carbone dans l'atmosphère ce qui explique que la pente soit plus importante. Entre le 3ème et le 10ème jour, on a mesuré une hausse de CO₂ dans la barquette de 1,8%. Cette hausse a été quasi identique dans A, B et C (entre 1,1% et 1,7%). Ceci semble indiquer que l'injection de gaz n'influence pas le comportement respiratoire en CO₂.

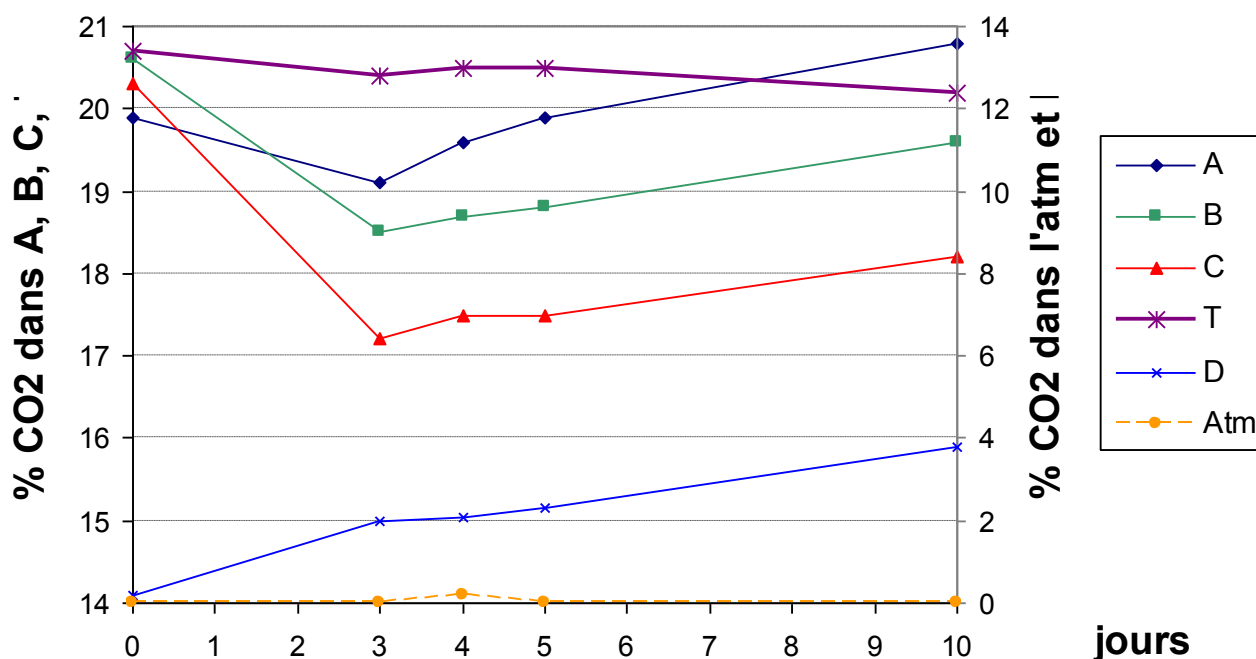


Figure 38 : Evolution du taux de CO2 dans les barquettes contenant 200g d'amande de noix de coco fraîchement découpée

2-2- Mise au point d'un test de texture sur l'amande fraîche

Découpage de 150 cylindres d'1cm de diamètre et d'1 cm de hauteur (conservation de la testa au dessous) pour les mesures avec le cône et l'aiguille (*Figure 39*) et de 80 cubes d'1cm d'arête pour les mesures avec la cellule de Volodkevitch (*Figure 40*) repartis dans 2 dessiccateurs. L'un en atmosphère sèche avec du gel de silice, l'autre en atmosphère humide avec un fond d'eau. Les dessiccateurs sont stockés à température ambiante (+ 23°C) durant 8 jours. Chaque jour, on prélève 4 échantillons par dessiccateur pour réaliser les tests.



Figure 39 : Module aiguille (2mm de diamètre)

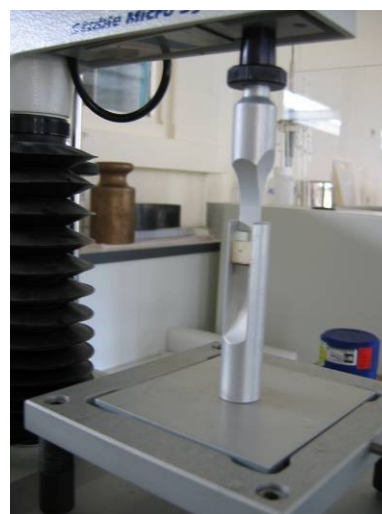


Figure 40 : Texturomètre TAXT2 équipé de la cellule de Volodkevitch

On effectue ces tests selon un plan d'expériences obtenu grâce au logiciel STATISTICA et décrit dans le **Tableau VII**. Il va nous permettre de déterminer les facteurs optimums (vitesse et déplacement), le module le plus robuste, ainsi que le nombre de répétitions à effectuer pour obtenir des résultats significatifs.

Tableau VIII: Plan d'expériences 2 facteurs à 3 niveaux avec 9 répétitions au point central

| Essais | Vitesse | Déplacement |
|--------|---------|-------------|
| 1 | 0 | -1 |
| 2 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 1 |
| 8 | 1 | 1 |
| 9 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 |
| 11 | -1 | 1 |
| 12 | 0 | 0 |
| 13 | 1 | -1 |
| 14 | -1 | -1 |
| 15 | 0 | 0 |
| 16 | 1 | 0 |
| 17 | 0 | 0 |
| 18 | -1 | 0 |

C'est à partir de ce plan que nous avons pu déterminer les niveaux des facteurs représentés dans les tableaux **IX et X** qui ont été testés pour chaque module.

Tableau IX : Niveaux des facteurs pour le cône et l'aiguille

| Niveaux | Vitesse (mm/s) | Déplacement (mm) |
|---------|----------------|------------------|
| -1 | 0,2 | 3 |
| 0 | 0,35 | 4,5 |
| 1 | 0,5 | 6 |

Tableau X: Niveaux des facteurs pour la cellule de Volodkevitch

| Niveaux | Vitesse (mm/s) | Déplacement (mm) |
|---------|----------------|------------------|
| -1 | 1 | 1 |
| 0 | 2 | 3 |
| 1 | 3 | 5 |

2-2-1- Courbes types et critères d'analyse

Grâce à l'utilisation des différents modules, nous obtenons des courbes de texture aux allures différentes. Sur chacune d'elles, différents critères sont identifiables et permettent de mesurer l'évolution de la texture.

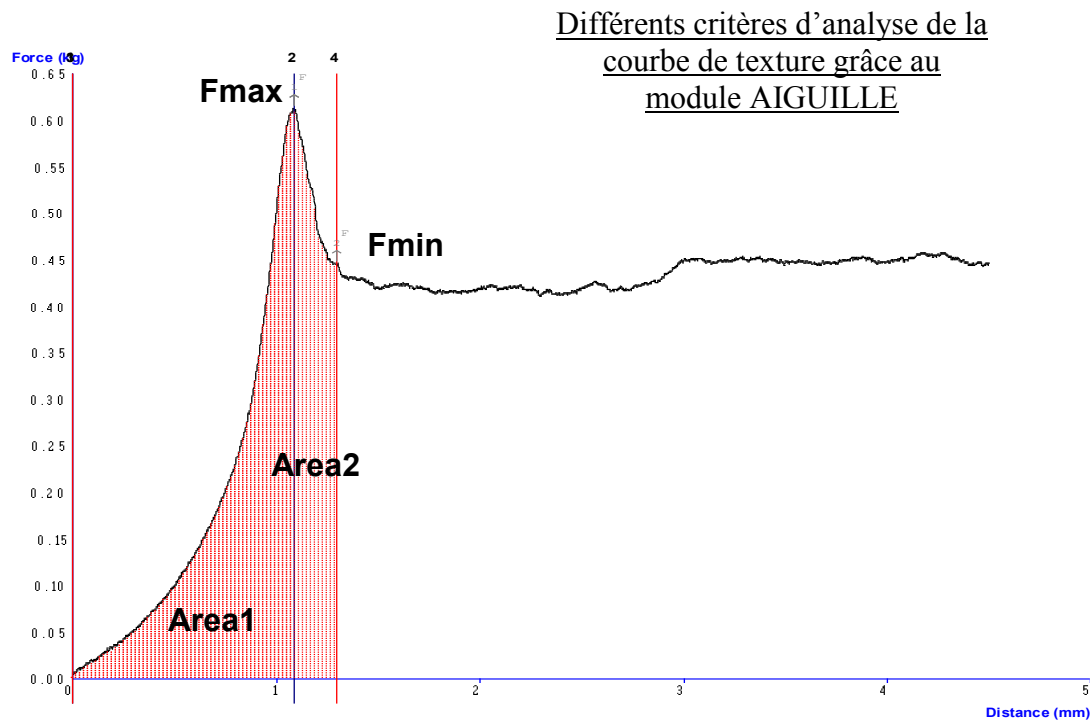


Figure 41 : Courbe de texture, module aiguille (diamètre 2mm)

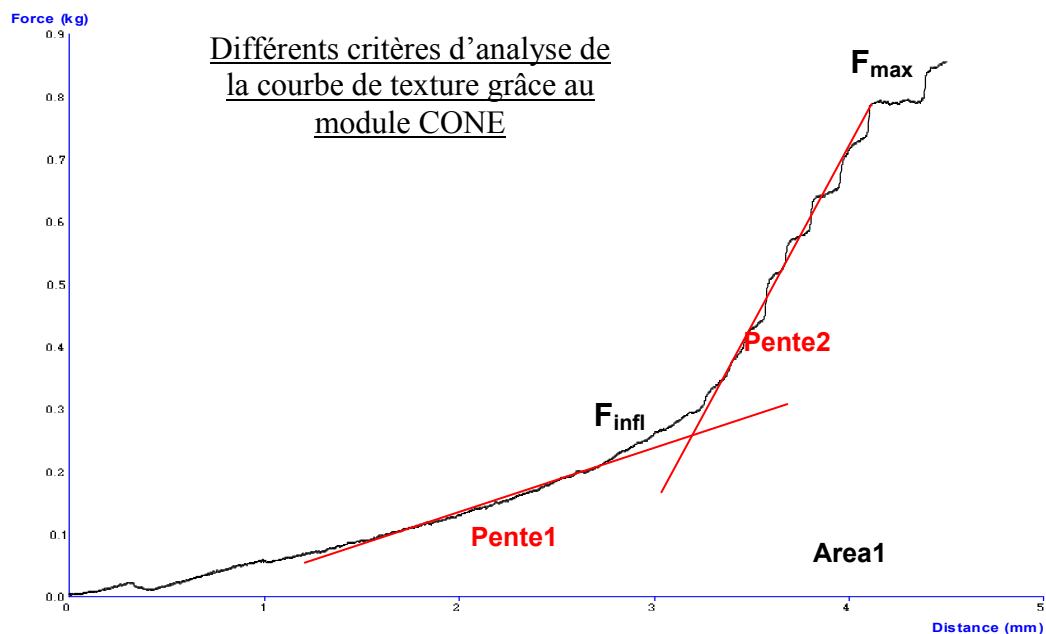


Figure 42 : Courbe de texture, module cône (40°)

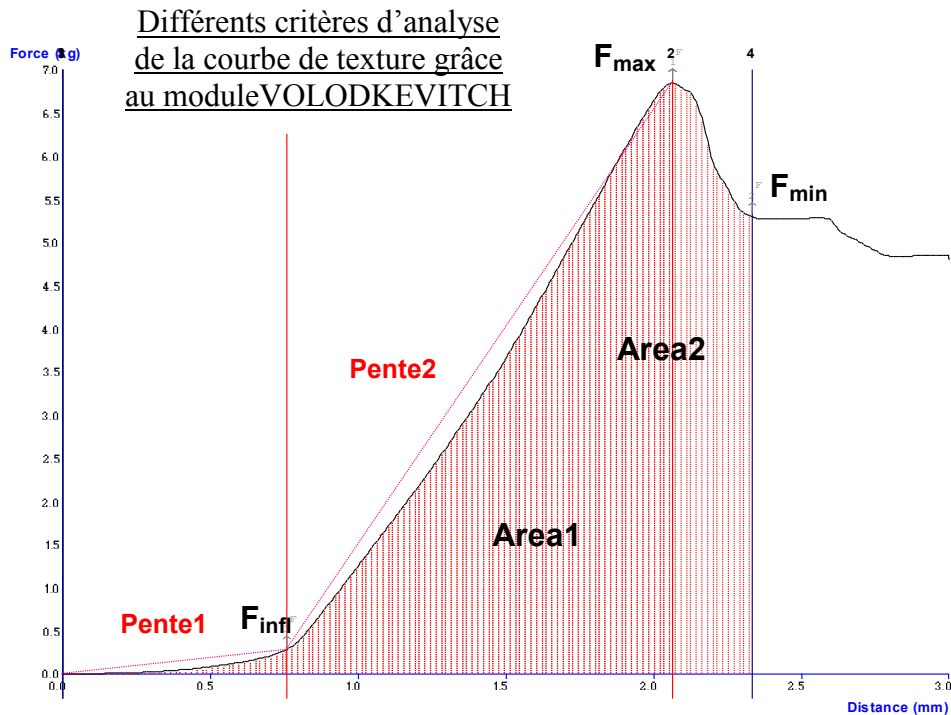


Figure 43 : Courbe de texture, module Volodkevitch

2-2-2- Choix du nombre de répétitions

A partir des expériences aux points centraux, nous nous avons calculé les écarts types moyens de nos mesures pour 0,1, 2, ..., 10 répétitions pour obtenir un résultat représentatif de notre critère. La *figure 44* montre qu'au bout de 3 répétitions, l'écart type moyen tend à se stabiliser. Nous choisirons donc de répéter 3 fois nos mesures de texture, soit 4 essais par échantillon.

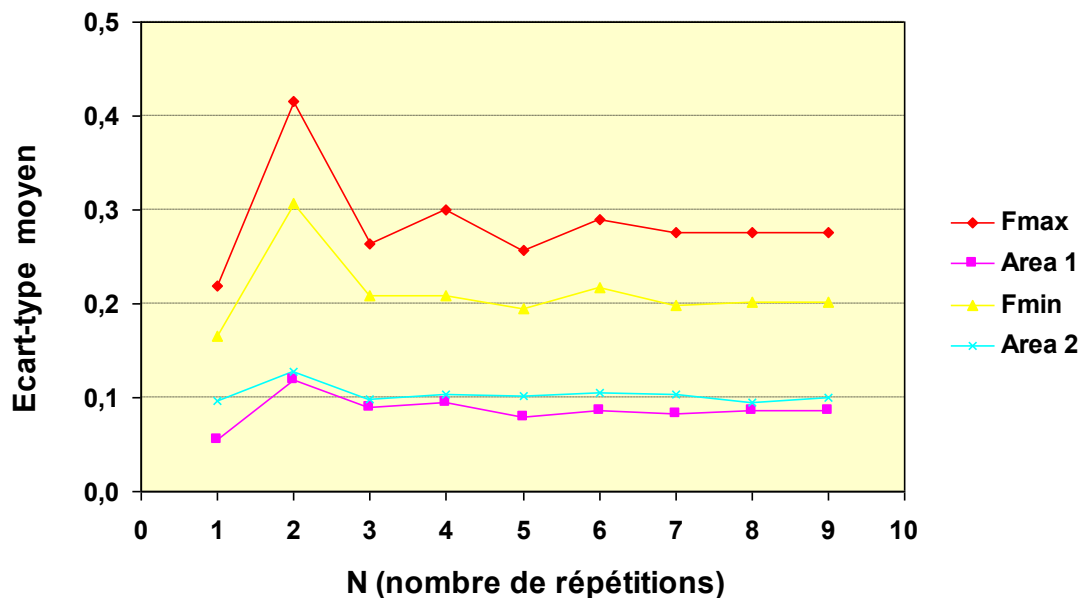


Figure 44 : Evolution des écarts types moyens en fonction du nombre de répétitions, module aiguille 2mm

2-2-3- Choix du module

En analysant les tableaux ANOVA grâce au logiciel STATISTICA, on peut déterminer les effets significatifs ou non d'un paramètre (vitesse ou déplacement) sur Fmax, Fmin, Finflexion, Aire1, Aire2 et ainsi dire si le module est robuste pour nos analyses.

Le tableau XI met en évidence l'effet significatif du déplacement sur l'Aire 1 et sur Finflexion et donc l'influencabilité du module cône. La cellule de Volodkevitch (Tableau XII) semble elle aussi inappropriée car le déplacement a un effet significatif sur tous les résultats du test ($p < 0,05$).

Le tableau XIII montre que quelle que soit la valeur du paramètre testée, la probabilité p étant toujours supérieure à 0,05, la vitesse ou le déplacement n'ont pas d'effet significatif sur les résultats. Le module aiguille est donc le plus robuste, c'est celui que nous choisirons pour nos futures expériences.

Tableau XI : ANOVA du plan d'expériences texture. Plan 3^2 avec 9 répétitions au centre.

Module Cône 40°

| | Fmax1 | | Aire1 | | Finflexion | |
|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|------------|----------|
| | F | p | F | p | F | p |
| Vitesse (mm.s^{-1}) | 1,768871 | 0,224960 | 1,934711 | 0,200021 | 2,926532 | 0,104935 |
| Déplacement (mm) | 3,358445 | 0,081366 | 5,738409 | 0,024741 | 5,629336 | 0,025962 |
| Manque Ajust. | 0,126890 | 0,968910 | 0,235126 | 0,911591 | 1,488871 | 0,284053 |

Tableau XII : ANOVA du plan d'expériences texture. Plan 3^2 avec 9 répétitions au centre.

Module Volodkevitch

| | Fmax | | Aire1 | | Fmin | | Aire2 | |
|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | F | p | F | p | F | p | F | p |
| Vitesse (mm.s^{-1}) | 2,54431 | 0,133102 | 2,56585 | 0,131285 | 2,16 | 0,170768 | 1,41 | 0,292677 |
| Déplacement (mm) | 30,97003 | 0,000092 | 20,54376 | 0,000442 | 53035,81 | 0,000000 | 13327,89 | 0,000000 |
| Manque Ajust. | 1,16900 | 0,386252 | 0,94855 | 0,479432 | 1,48 | 0,286694 | 1,02 | 0,448711 |

Tableau XIII : ANOVA du plan d'expériences texture. Plan 3^2 avec 9 répétitions au centre.

Module Aiguille 2mm diam

| Fmax | | Aire1 | | Fmin | | Aire2 | |
|------|---|-------|---|------|---|-------|---|
| F | p | F | p | F | p | F | p |

| | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Vitesse (mm.s ⁻¹) | 0,88311 | 0,44648 | 1,76155 | 0,22614 | 0,93194 | 0,42870 | 3,30169 | 0,08406 |
| Deplacement (mm) | 1,85015 | 0,21228 | 3,51903 | 0,07428 | 2,48849 | 0,13795 | 3,62936 | 0,06985 |
| Manque Ajust. | 0,50155 | 0,73595 | 0,39497 | 0,80753 | 0,47966 | 0,75052 | 1,49287 | 0,28298 |

2-2-4- Optimisation de la vitesse et du déplacement pour le module aiguille

A partir de la modélisation mathématique de nos surfaces de réponses, nous avons pu estimer les valeurs critiques de chaque plan d'expérience. En prenant en compte chaque critère d'analyse (Fmax, Area1, Fmin, Area2), ces représentations permettent de déterminer les valeurs des vitesses et des déplacements optimaux de mesure de texture à appliquer pour chaque module. Les valeurs maximum sur les *figures 45 et 46* correspondent à ces points critiques et sont regroupées dans le *Tableau XIV*.

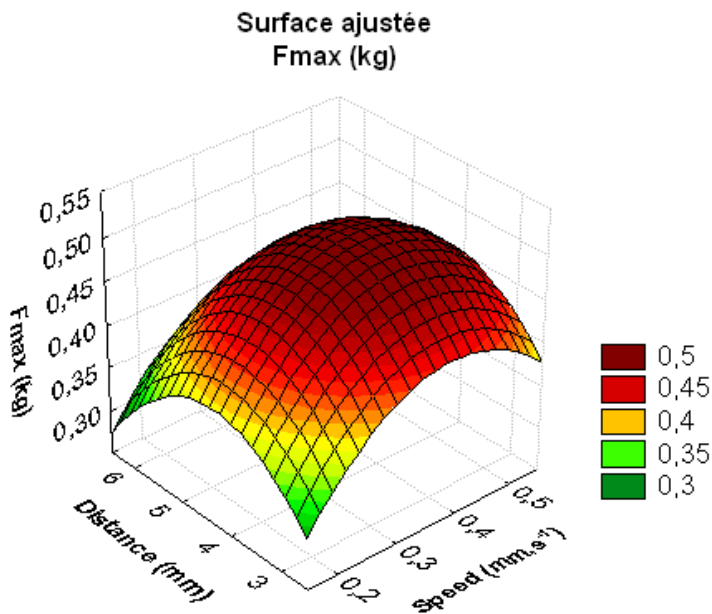


Figure 45 :

Surface de réponse de Fmax en fonction de la distance et de la vitesse de pénétration de l'aiguille (diamètre 2mm)

Figure 46 : Surface de réponse de Area 1 en fonction de la distance et de la vitesse de pénétration de l'aiguille (diamètre 2mm)

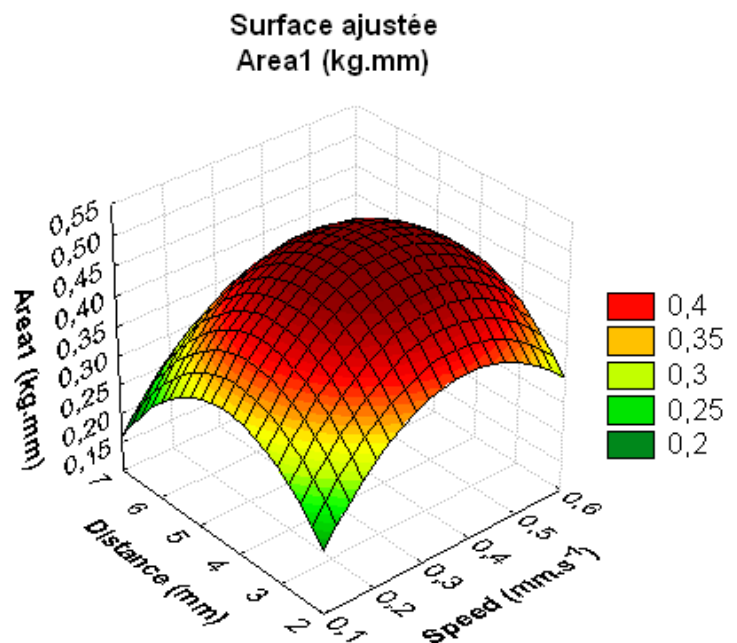


Tableau XIV : Résultats des valeurs critiques des facteurs du plan d'expérience 3^2 avec 9 répétitions
au centre, module aiguille 2mm diam

| Modules Facteurs | Aiguille | Cône | Volodkevitch |
|--------------------------------|----------|------|--------------|
| Vitesse (mm.s^{-1}) | 0,4 | 0,4 | 3 |
| Déplacement (mm) | 4 | 5 | 4 |

Les valeurs critiques des surfaces de réponse pour le module aiguille sont une vitesse **0.4 mm.s^{-1}** et un déplacement de **4 mm**.

2-3- Essais de conservation de l'amande de noix fraîche

2-3-1- Test préliminaire : effet d'un pré- traitement à l'eau de javel

On ouvre 3 noix achetées en supermarché puis on décoque l'amande avant de la découper en lamelles. On trempe ensuite les morceaux 2 min dans 1L d'eau de javel à 0.015% de chlore actif (1.5mL d'eau de javel à 9.6% qsp 1L d'eau potable), à température ambiante. Les morceaux sont rincés dans de l'eau stérile (eau préalablement bouillie). Après un rapide égouttage, pesée de 80g de morceaux par barquette puis fermeture par thermoscellage avec la barquetteuse « a barket befor ».

Les barquettes témoins sont réalisées en remplaçant le trempage dans de l'eau de javel par de l'eau stérile. Les barquettes sont stockées en chambre froide positive entre +3 et +5°C pendant 9 jours. Chaque jour, une barquette est prélevée pour effectuer les analyses suivantes sur le produit : mesure de la couleur au Minolta, analyse de la texture et de la fermeté et suivi de l'évolution du taux de matière sèche.

2-3-1-1- Couleur

Nous constatons sur la *figure 47* que les 3 mesures effectuées sur chaque face ne suffisaient pas pour donner des résultats exploitables. Les différences de couleur entre les courbes témoins et traitée ne sont pas significatives pour les paramètres L^* et a^* . Pour le paramètre b^* , l'effet du traitement paraît un peu plus prononcé même s'il reste difficile à affirmer du fait de forts écarts

types. Ce résultat s'explique par un très léger jaunissement de nos morceaux d'amande au cours du stockage. Pour les prochains tests, nous décidons d'effectuer 5 mesures sur chaque face.

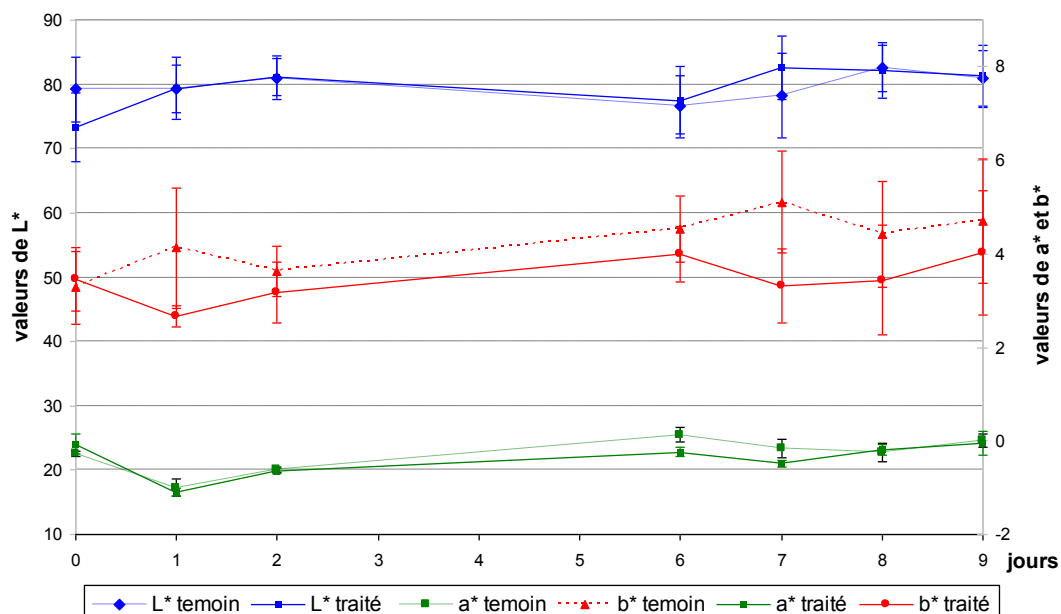


Figure 47 : Evolution de la couleur moyenne de l'amande trempée dans l'eau de javel

2-3-1-2- Matière sèche

On assiste à l'assèchement du témoin au cours des 9 jours d'expérience (*Figure 48*). En effet, le taux d'humidité passe de 50.9 à 44.8%. En revanche, les résultats ne nous permettent pas de tirer de conclusion quant à l'échantillon traité. Les conditions des broyages peuvent être remises en cause, ainsi que les variétés des noix. Ce critère ne peut pas nous permettre de juger de l'efficacité du traitement eau de javel sur la conservation du produit.

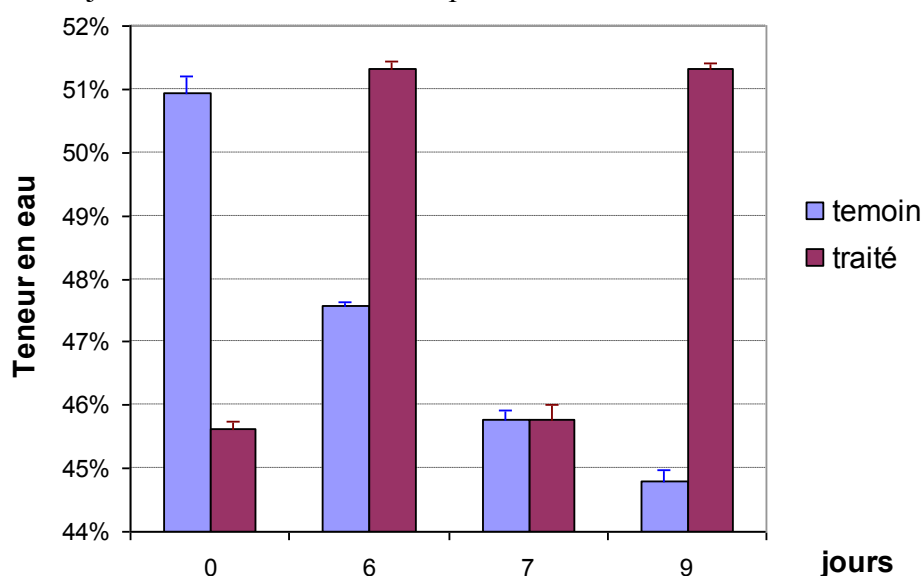


Figure 48 : Evolution du taux d'humidité de l'amande de noix de coco mesurée après broyage et séchage à l'étuve sous vide.

2-3-1-3- Texture et pénétrométrie manuelle

Les résultats de fermeté ne nous permettent pas d'identifier une différence significative entre les échantillons témoins et ceux ayant subis un traitement. En effet, les courbes évoluent dans le même sens et les écarts types se chevauchent. Le traitement eau de javel n'a pas d'effet significatif sur cette mesure.

Les résultats donnés par le texturomètre sont par contre plus intéressants. Le paramètre Fmax semble être le mieux adapté pour différencier la noix témoin de la noix traitée. On observe une différence de texture significative à partir du 8^{ème} jour d'expérience pour le témoin (*Figure 49*). La Fmax augmente au cours du temps pour le Témoin. En ce qui concerne l'échantillon traité, la valeur du Fmax ne varie pas de façon significative au cours de l'expérience.

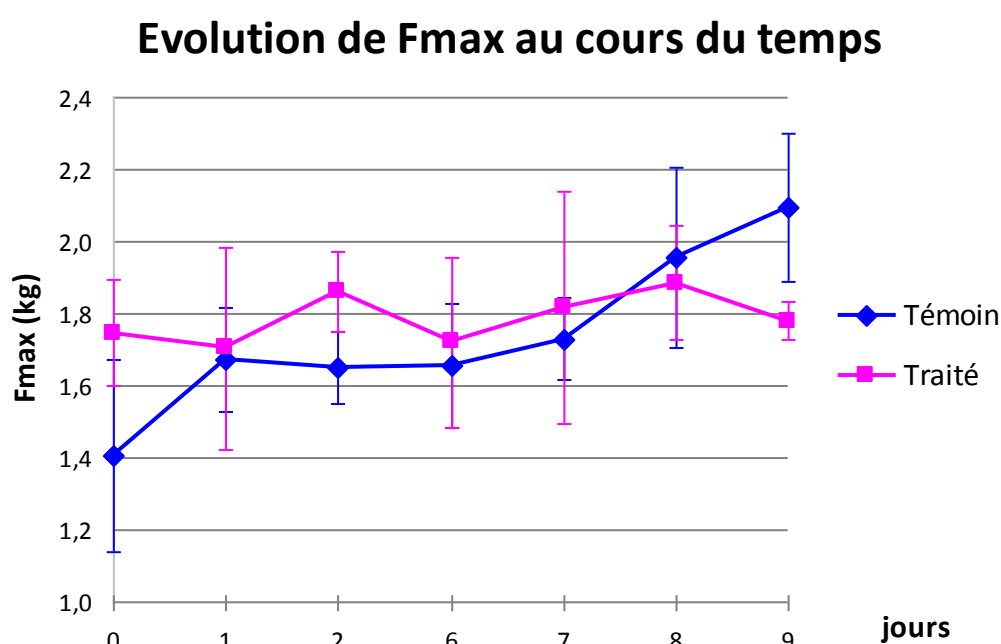


Figure 49 : Evolution de la Fmax nécessaire pour pénétrer l'amande de 4 mm avec l'aiguille au cours du stockage

2-3-2- Trempage dans l'eau de javel et blanchiment

Dans une salle propre (+15°C) on procède à l'ouverture d'une trentaine de noix de coco de Côte d'Ivoire issues de variétés inconnues. Après décoquage, l'amande est trempée dans de l'eau potable en attendant l'utilisation pour éviter tout dessèchement.

- On réalise la série Témoin : amande égouttée et découpée en morceaux
- On réalise la série A : les morceaux d'amande sont trempés 2 minutes dans 20L d'eau de javel (30mL eau de javel 9,6% qsp 20L eau du robinet) dans un bac alimentaire préalablement aseptisé. Les morceaux sont ensuite rincés 30 sec dans de l'eau stérilisée avant d'être emballés.

- On réalise la série B : les morceaux d'amande sont blanchis 12 minutes dans de l'eau à 92°C. ils sont ensuite refroidis dans de l'eau stérilisée.
- On réalise la série C : trempage dans l'eau de javel + blanchiment puis refroidissement dans de l'eau stérile.

On emballe les morceaux en pesant en moyenne $189,2 \pm 3,4$ g de morceaux d'amande dans chaque barquette. Les barquettes sont thermoscellées grâce à la barquetteuse Mini OVG 6 : 90% de vide, 90% de réinjection de gaz B13, température de soudure : 130°C pendant 3 secondes. Elles sont ensuite stockées dans une enceinte à 8°C où elles seront conservées pendant 10 jours. Chaque jour, on prélève une barquette par traitement. Sur cette barquette, on effectue une analyse de gaz. Une fois ouverte, on prélève un morceau d'amande pour l'analyse microbiologique puis on relève la température au cœur du produit. On mesure ensuite la couleur en surface et sur les cotés à l'aide du Minolta et on procède aux prises photographiques dans l'enceinte prévue à cet effet. Quatre mesures de fermeté sont réalisées avec le pénétromètre manuel et quatre cylindres sont découpés pour procéder à la mesure de texture. Enfin, les morceaux sont broyés avant d'être lyophilisés pour mesurer le taux de matière sèche. Les mesures sont toutes réalisées à $13,6 \pm 1,1^\circ\text{C}$.

2-3-2-1- Atmosphère

La *figure 50* met en évidence la diminution significative du taux d'O₂ à partir du 5ème jour dans les barquettes témoins. Cette baisse est significative à partir du 6ème jour pour l'échantillon traité à l'eau de javel. Par contre, dans les barquettes ayant subies le blanchiment (B et C) reste relativement constant. Ces deux derniers traitements semblent permettre de limiter l'utilisation de l'oxygène par le produit.

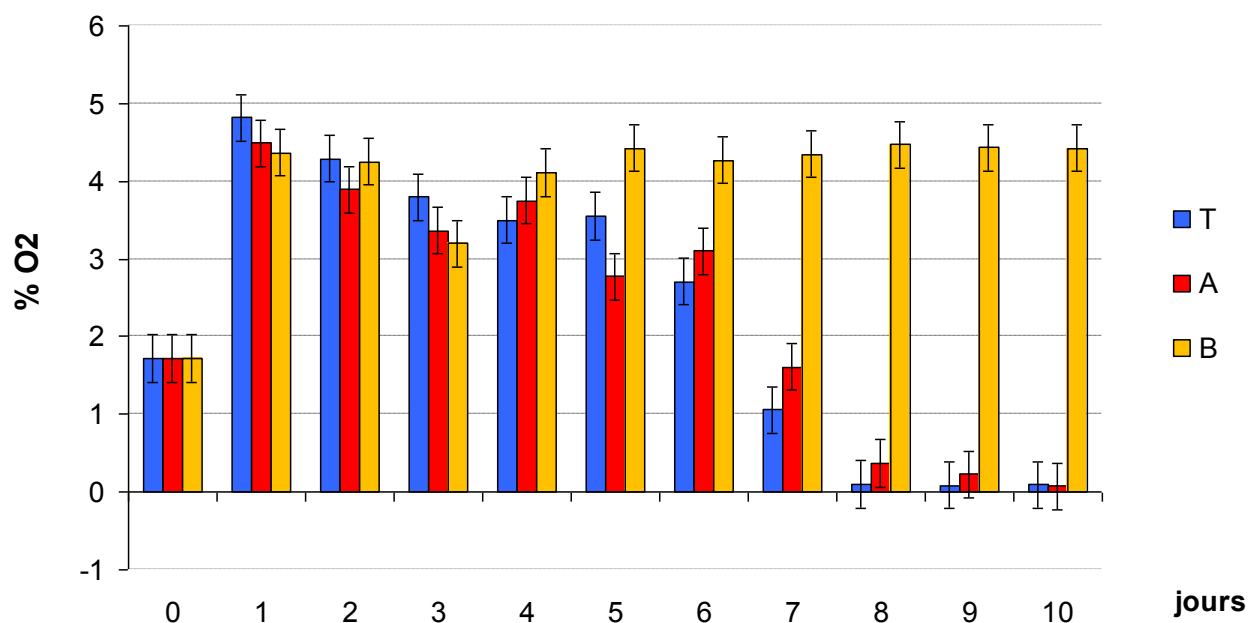


Figure 50 : Evolution du taux d'O₂ dans les barquettes suivant les traitements

2-3-2-2- Analyses microbiologiques : flore totale et levures/moisissures

Le développement de la flore bactérienne dans nos barquettes témoins peut se décomposer de la manière suivante:

- une phase de latence du jour 0 au 4 où la consommation d'O₂ est modérée,
- une phase exponentielle où l'oxygène est fortement consommée du jour 5 au jour 7. La flore totale devient incomptable à partir de ce 5^{ème} jour
- une phase de ralentissement (jours 8 et 9) où le milieu ne contient plus beaucoup d'oxygène et donc les microorganismes ne prolifèrent plus

A partir de l'histogramme précédent (*Figure 50*), nous avons cherché à déterminer si la perte d'oxygène était due à la perméabilité du film ou à la matière première (amande ou micro organismes). Nous nous sommes basés sur les données de perméabilité du film (*Annexe 6*) connaissant la forte étanchéité de nos barquettes à l'O₂. La perméabilité du film à l'O₂ à 23°C est de 110ml/m²/24h. Cela signifie que, pour nos barquettes de 15 x 21,7 x 3,5 cm, le flux d'O₂ par jour à travers le film est de $110 \times 0,15 \times 0,217 = 3,58\text{ml}$. La perte d'O₂ induite par la perméabilité du film est de 0,3% de l'oxygène de la barquette par jour. Nous avons Il apparait ici assez clairement que l'évolution des flux d'O₂ dans la barquette est due à la matière première et on peut ici penser aux microorganismes étant donné les faibles taux de respiration de l'amande. Cependant, sur le témoin, la quantité d'UFC/cm³ de noix de coco n'étant pas dénombrable, il n'est pas possible de lier directement l'évolution de ces flux d'O₂ à une croissance bactérienne.

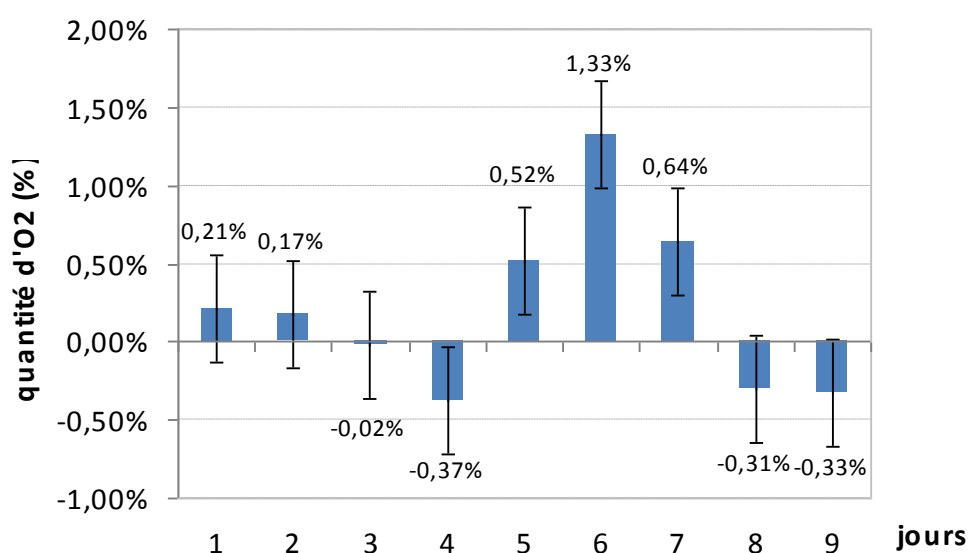


Figure 51 : Flux moyen d'O₂ par jour dans les barquettes Témoins, non lié à la perméabilité du film (évalué sur la durée totale du stockage)

Après lecture des différents tests, nous avons pu constater que les traitements B et C permettent de ralentir le développement bactérien qui n'apparaît qu'au 8^{ème} jour. Ils se sont également avérés efficaces contre l'apparition des levures. On constate de plus une inhibition des moisissures.

L'efficacité du traitement par blanchiment est démontrée par la *figure 52* où l'on ne retrouve plus les différentes phases de la figure précédente. Contrairement au témoin, il n'y a pas de consommation d'O₂ par la matière première. Les seules pertes sont dues au film. Le traitement combiné C est plus efficace sur la flore totale que les traitements A et B seuls ce jusqu'au 5^{ème} jour. Le blanchiment s'avère donc être un moyen efficace pour donc inhiber la respiration de notre produit et en l'occurrence, le développement bactérien dans nos barquettes car l'amande de noix de coco est un produit qui respire très peu.

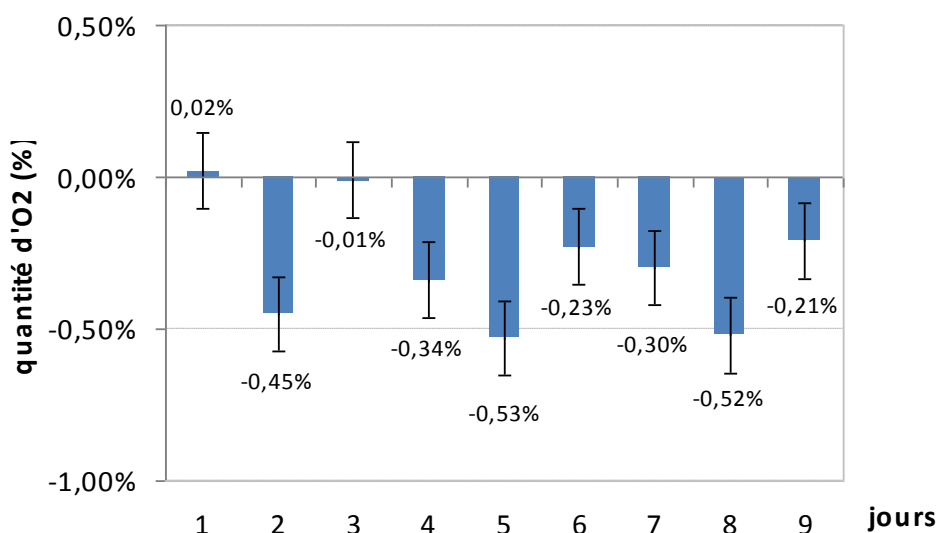


Figure 52 : Flux d'O₂ en 24h dans les barquettes traitées par eau de javel + blanchiment, non lié à la perméabilité du film

Grâce aux traitements, peu de levures sont présentes au départ. On peut ensuite corréler leur croissance à une augmentation du taux de CO₂ (*Figure 53*). En effet ces organismes anaérobies sont fermentaires. Ils profitent de l'augmentation du taux de dioxyde de carbone à l'intérieur des barquettes (T, T' et A) et de la perte d'O₂ à travers le film pour proliférer. A l'inverse, les moisissures sont plus aérobies et nécessitent de l'O₂ pour se développer. C'est pour cela qu'au cours du stockage, l'O₂ diminuant dans la barquette, le milieu ne devient pas favorable au développement des moisissures. En empêchant la diminution d'oxygène et la forte augmentation de CO₂, les traitements B et C permettent ainsi de limiter la prolifération de levures et moisissures.

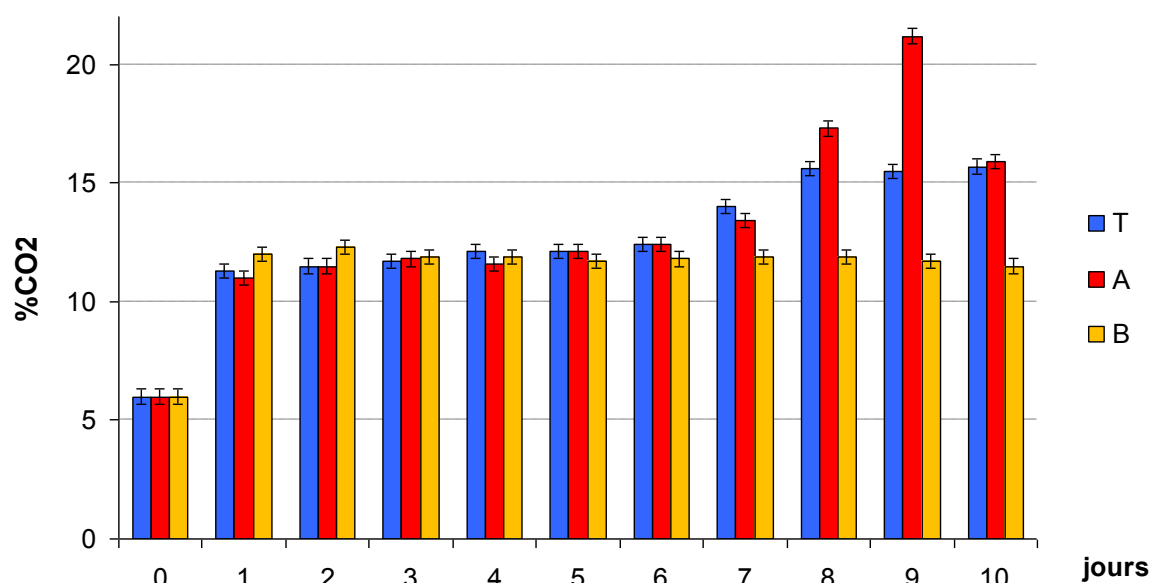


Figure 53 : Evolution du taux de CO₂ dans les barquettes selon les traitements

2-3-2-3- Couleur

Difficile à évaluer en analysant les nombreuses prises sur chaque morceau d'amande, l'évolution de couleur a été étudiée au moyen de la formule mathématique (1). Celle-ci permet de repérer tout changement de couleur global en se basant sur les paramètres de couleur de l'échantillon témoin.

$$\Delta E = \sqrt{[(L^*_0 - L^*)^2 + (a^*_0 - a^*)^2 + (b^*_0 - b^*)^2]} \quad (1)$$

Les résultats présentés sur les *figures 54* et *55* ne nous permettent pas de constater une évolution significative de la couleur au cours du stockage et ce quelque soit le traitement utilisé. Les plus fortes valeurs des jours 4 et 5 sont dues au changement de personne ayant réalisé les tests. En effet cette mesure semble assez dépendante de l'opérateur qui la réalise. Les points restent tout au long de l'étude relativement bien groupés et les écarts types assez faibles se chevauchent. Nous n'avons également pas constaté de changement de couleur à l'œil nu comme le montrent les prises sur la figure. Ce type de mesure de couleur n'est probablement pas adapté pour analyser la couleur blanche de l'amande de la noix sur ce type d'essai.

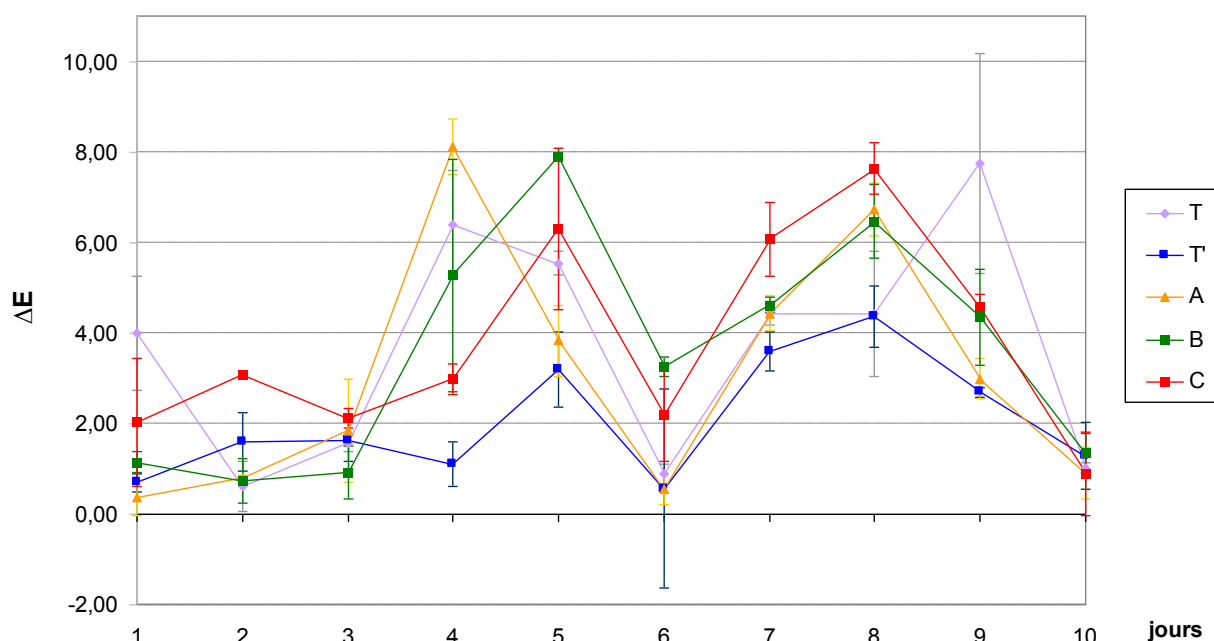


Figure 54 : Evolution de couleur en surface des morceaux d'amande au cours du stockage

T2

T6

T10



Figure 55 : Evolution visuelle de la couleur de l'amande au cours du stockage

2-3-2-4- Texture

- Les mesures de pénétrométrie manuelle n'ont également pas permis de donner des informations significatives quant à l'évolution de la fermeté de l'amande.

- Les figures 56 et 57 de type « boîte à moustache » illustrent les résultats pour les paramètres de texture Fmax et Aire totale suivis au cours du stockage.

Que ce soit concernant Fmax ou concernant l'Aire, les résultats montrent des valeurs assez constantes de jour en jour et relativement identiques d'un traitement à l'autre. Les paramètres mesurés n'ont donc pas évolué de façon significative au cours du stockage et n'ont pas été modifiés par les prétraitements. Les conditions de stockage assurent donc la préservation de la texture de notre produit.

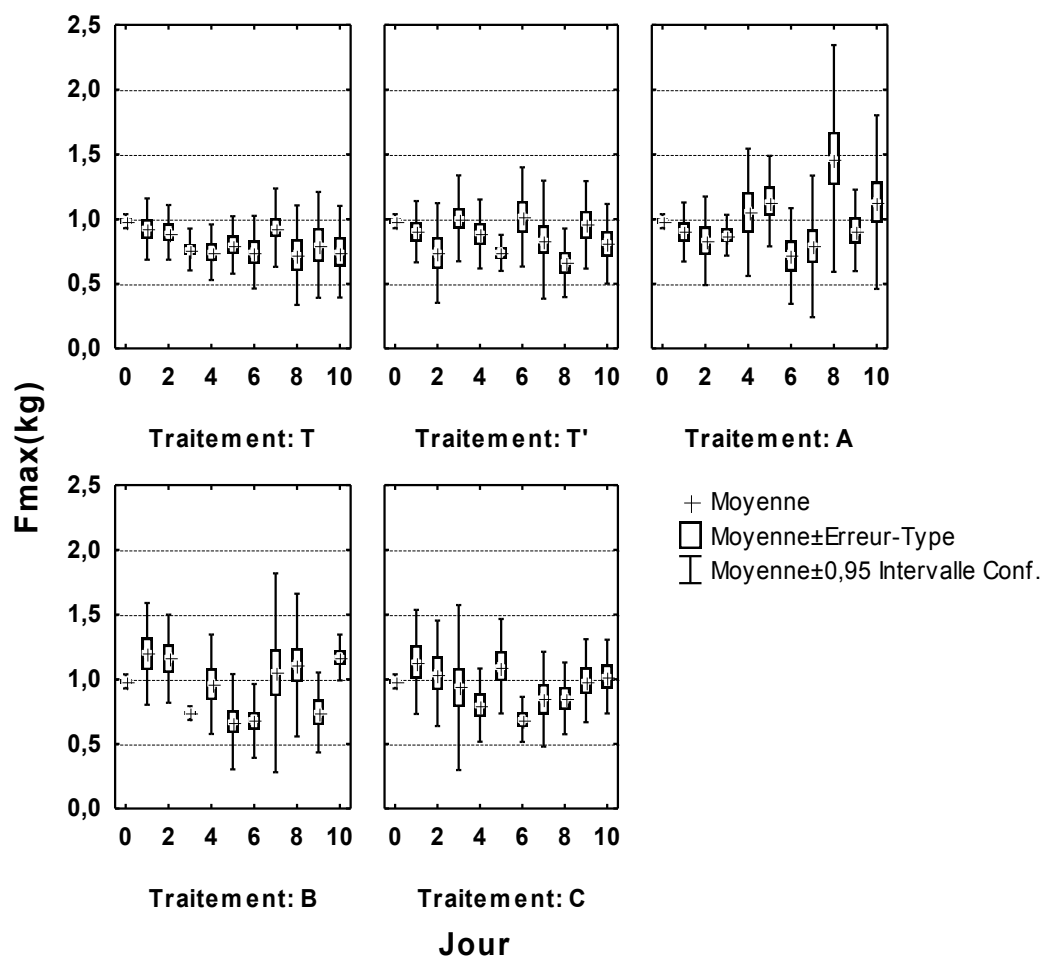


Figure 56 : Evolution de la Fmax nécessaire pour transpercer les cylindres d'amande de 4mm au cours du stockage

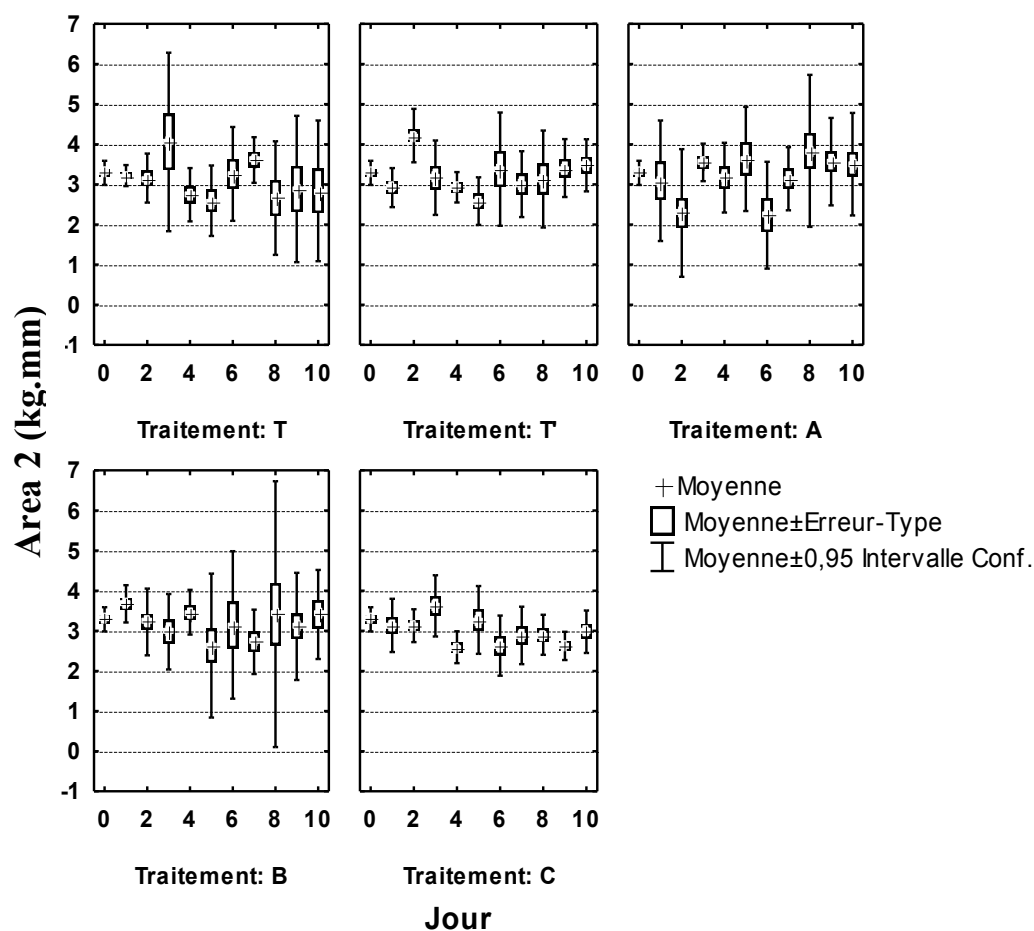


Figure 57 : Evolution de l'aire totale sous la courbe allant de 0 à Fmin

2-3-2-5- Matière sèche

Au cours des trois premiers jours de stockage, on constate un séchage de notre produit. Les traitements permettent de réduire ce séchage de moitié. Sans traitement, les témoins perdent quasiment 8% d'eau entre le 1^{er} et le 3^{ème} jour tandis qu'avec les traitements, les échantillons ne perdent plus qu'entre 3% d'eau. Ces traitements sont donc efficaces car ils permettent de limiter la perte en eau de l'amande, élément influant sur la texture et sur le développement microbien.

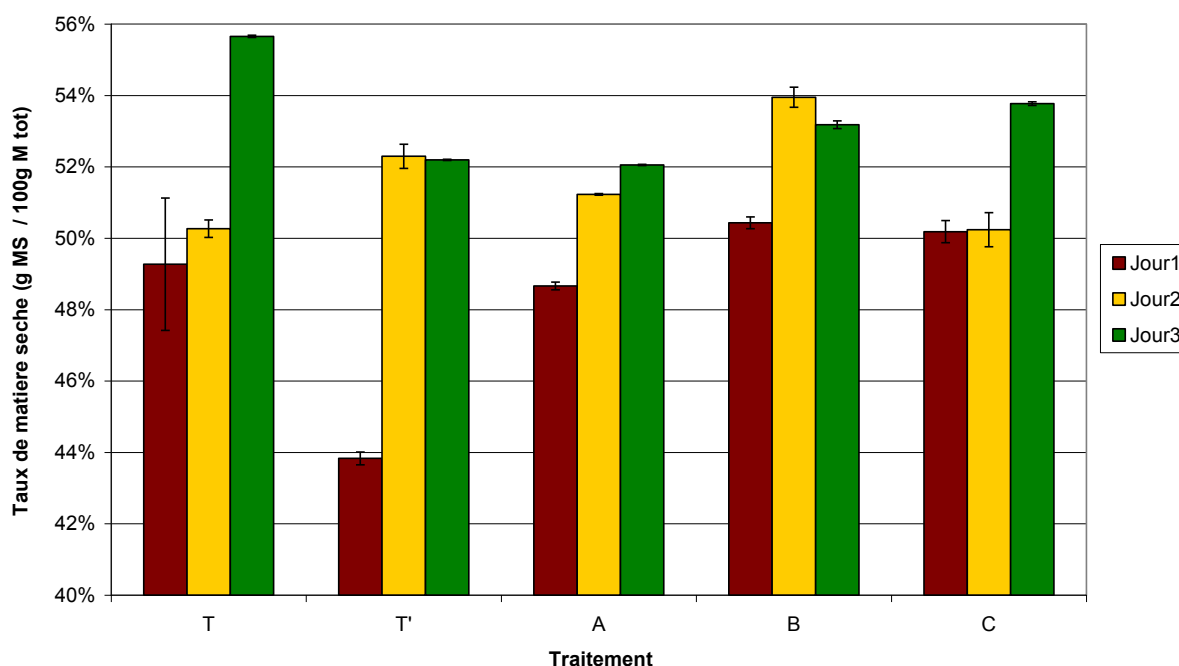


Figure 58 : Evolution du taux de matière sèche de l'amande en fonction du traitement et de la durée de conservation

Des tests précédents, nous pouvons retenir les conclusions suivantes :

- les prétraitements n'ont pas modifié de façon significative la texture de notre produit au cours du stockage,
- les prétraitements ont permis de réduire la perte en eau de l'amande de manière significative,
- le blanchiment (traitements B et C) s'est avéré être un moyen efficace pour limiter l'utilisation de l'O₂ par le produit, inhiber le développement bactérien, limiter la prolifération de levures et moisissures. C'est donc sur ces 2 traitements qu'il va falloir retravailler afin d'optimiser certains paramètres.

CONCLUSION

Cette étude a donc permis d'entrevoir des solutions de conservation pour la banane en 4^{ème} gamme. L'inhibition de la polyphénol oxydase est l'élément clé et pour cela, l'acide citrique a donné les meilleurs résultats. Il faut continuer sur cette piste afin de parvenir à la DLC souhaitée (8 à 10j). Confectionner un emballage adéquat pour limiter les échanges gazeux et adapter l'atmosphère interne permettrait de ralentir la détérioration du fruit. Une autre piste à envisager est l'emploi de calcium pour éviter la détérioration de la texture.

Pour la noix de coco, les principaux problèmes rencontrés étaient le jaunissement de certains morceaux, l'apparition de taches colorées dues aux microorganismes et l'assèchement. Nous avons opté pour des prétraitements eau de javel et blanchiment afin de limiter au maximum la contamination initiale du produit. De bons résultats ont été obtenus avec les essais eau de javel mais le blanchiment a permis de limiter la croissance des microorganismes de manière plus efficace. Il faut maintenant aller plus loin en optimisant ce traitement et les analyses (notamment la couleur).

Pour confirmer que le bon traitement a été trouvé, des analyses sensorielles pourront ensuite être mises en place.

Ce stage en laboratoire de recherche fut pour moi une expérience très enrichissante puisqu'il m'a permis d'approfondir mes connaissances dans le domaine de l'alimentaire et m'a aussi beaucoup apporté d'un point de vue relationnel. J'ai ainsi pu découvrir le fonctionnement d'un laboratoire de recherche et aussi pu me familiariser avec les différentes marches à suivre pour mener à bien un projet.

REFERENCES

- Publication

- Alegria C., Pinheiro J., Gonçalves E.M., Fernandes I., Moldão M., Abreu M. (2009). Quality attributes of shredded carrot (*Daucus carota* L. cv. Nantes) as affected by alternative decontamination processes to chlorine. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, **10**: 61–69.
- Amodio M.L., Peri G., Romaniello R., Colelli G. (2004). Conservazione in atmosfera modificata noce di cocco fresca in pezzi. *Italus Hortus*, **11(1)**: 127-130.
- Argosino A.S, Mendoza E.M.T. (1993). Respiratory activity of the normal and makapuno coconut endosperm. *Philippine Journal of Crop Science*, **18(3)**: 195-199.
- Artés F., Gómez P.A., Artés-Hernández F. (2007). Physical, Physiological and Microbial Deterioration of Minimally Fresh Processed Fruits and Vegetables. *Food Science and Technology International*, **13(3)**: 177-188.
- Bico S.L.S., Raposo M.F.J., Morais R.M.S.C, Morais A.M.M.B. (2008). Combined effects of chemical dip and/or carrageenan coating and/or controlled atmosphere on quality of fresh-cut banana. *Food control*, 1-7.
- Chaisakdanugull C., Theerakulkait C., Wrolstad R.E. (2007). Pineapple juice and its fractions in enzymatic browning. Inhibition of banana [Musa (AAA Group) Gros Michel]. *J. Agric. Food Chem*, **55**: 4252-4257.
- Demirel D., Turhan M. (2003). Air-drying behavior of Dwarf Cavendish and Gros Michel banana slices. *Journal of Food Engineering*, **59**: 1–11.
- Giovannoni J. (2001). Molecular biology of fruit maturation and ripening. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, **52**: 725–749.
- Hodges D.M., Toivonen P.M.A. (2008). Review, Quality of fresh-cut fruits and vegetables as affected by exposure to abiotic stress. *Postharvest Biology and Technology*, **48**: 155–162.
- Jiménez J.B., Orea J.M., Montero C., Gonzalez Urena A., Navas E., Slowing K., Gomez-Serranillos M.P., Cerretero E., De Martinis D. (2005). Resveratrol Treatment Controls Microbial Flora, Prolongs Shelf Life, and Preserves Nutritional Quality of Fruit. *J. Agric. Food Chem.*, **53**: 1526-1530.
- Lozano J.E. (2006). Inhibition and Control of Browning. *Fruit Manufacturing*, **8**: 183-215.
- Muliyar M.K., Marar M.M.K. (1963). Studies on the keeping quality of ripe coconuts in storage. *Indian Coconut J.*, **17**:13-18.
- National Institute for Health and Welfare, “Banana without peel”, disponible sur <http://www.fineli.fi> (consulté en mars 2009)

- Ndiaye C., Xu S.Y., Wang Z. (2009). Steam blanching effect on polyphenoloxidase, peroxidase and colour of mango (*Mangifera indica* L.) slices. *Food Chemistry*, **113**: 92–95.
- Niamnuy, C., Devahastin, S. (2005). Drying kinetics and quality of coconut dried in a fluidized bed dryer. *Journal of food engineering*, **66**: 267-271.
- Sinigaglia M., Corbo M.R., D'Amato D., Campaniello D., Altieri C. (2003). Shelf-life modelling of ready-to-eat coconut. *International Journal of Food Science and Technology*, **38**: 547–552.
- Toivonen P.M.A., Brummell D.A. (2008). Review, Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, **48**: 1–14.
- Troncoso E., Pedreschi F., Zúñiga R.N. (2009). Comparative study of physical and sensory properties of pre-treated potato slices during vacuum and atmospheric frying. *Food Science and Technology*, **42**: 187–195.
- Tucker M.L., Laties G.G. (1985). The dual role of oxygen in avocado fruit respiration : kinetics analysis and computer modelling of diffusion – affected respiratory oxygen isotherms. *Plant cell environ*, **8**: 117-127.
- Vilas-Boas E.V.d.B., Kader A.A. (2006). Effect of atmospheric modification, 1-MCP and chemicals on quality of fresh-cut banana. *Postharvest Biology and Technology*, **39**: 155–162.
- Waisundara V.Y., Perera C.O., Barlow P.J. (2007). Effect of different pre-treatments of fresh coconut kernels on some of the quality attributes of the coconut milk extracted. *Food Chemistry*, **101**: 771–777.
- Yang S.F. (1985). Biosynthesis and action of ethylene. *HortScience*, **20**: 41-45.
- Yoruk R., Yoruk S., Balaban M.O., Marshall M.R. (2004). Machine Vision Analysis of Antibrowning Potency for Oxalic Acid: A Comparative Investigation on Banana and Apple. *J. Food Sci.*, **69(6)**: 281-289.

- Article dans un ouvrage

- Grimont, P.A.D., Grimont, F. (1984). Family 1. Enterobacteriaceae, genus VIII. *Serratia* Bizio. In Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Ed. N.R. Krieg & J.G. Holt. Williams & Wilkins, Baltimore.
- Kader A.A. (1993). Modified and controlled atmosphere storage of tropical fruits. In Postharvest handling of tropical fruits: proceedings of an international conference held at Chiang Mai, Thailand, p. 239-249.
- Tongdee S.C., Suwanagul A., Neamprem S. (1992). Control of browning in trimmed green coconuts. In: ACIAR Project 8844, Wkshp Postharv. Hand. Trop. Fruit. Bangkok, Thailand, pp. 15.

- **Ouvrage**

Espiard E. (2002) Introduction à la transformation industrielle des fruits, Lavoisier Tec & Doc, p.226-234.

Varoquaux, P. (2002). Les fruits frais prêts à l'emploi dits de « 4ème gamme ». Sciences et Techniques Agroalimentaires, Lavoisier Paris, p.119-157.

- **Sites internet**

FAO (1983): Fiche N° 7 « La banane ». Disponible sur <http://www.fao.org> (consulté février 2009)

FAO (1983): Fiche N° 8 « La noix de coco ». Disponible sur <http://www.fao.org> (consulté février 2009)

Kader, A.A. 1998. Bananas. In: Fresh Produce facts, disponible sur <http://postharvest.ucdavis.edu> (consulté février 2009)

Trudeau, C., Lapointe, A., Coulombe, J., Corneau, L. (2006). Section Profil Santé. Disponible sur <http://www.passeportsante.net> (consulté février 2009)

ANNEXES

Annexe 1 : Bulletin de réglementation officielle des produits de 4^{ème} gamme

Annexe 2 : Echelle de couleur pour l'évaluation du stade de maturité de la banane

Annexe 3 : Fiche des caractéristiques du resvératrol extrait de raisin

Annexe 4 : Propriétés du film en propylène utilisé dans les expériences « bananes »

Annexe 5 : Caractéristiques des barquettes en PVC/PE utilisées pour les expériences

« COCO »

Annexe 6 : Caractéristiques du film thermoscellable sur les barquettes en PVC/PE

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
BULLETIN OFFICIEL

Concurrence, Consommation
Répression des Fraudes

DIRECTION ET RÉDACTION,
DIRECTION GÉNÉRALE DE LA CONCURRENCE,
DE LA CONSOMMATION
ET DE LA RÉPRESSION DES FRAUDES
41, quai Branly, 75700 PARIS
Tél. : (1) 45-50-71-11



ÉDITION
DIRECTION DES JOURNAUX OFFICIELS
26, rue Desaix, 75727 PARIS CEDEX 15
TÉLÉPHONES :
DIRECTION : (1) 40-58-75-00 - BONNEMENTS : (1) 40-58-77
TELEX 201176 F DIRJO PARIS

Abonnements... - Un an : France et outre-mer : 80 F ; Etranger : 153 F

ISSN 0245-7

SOMMAIRE

| | |
|--|-----|
| Décision n° 88-MC-10 du Conseil de la concurrence relative à une demande de mesures conservatoires émanant de la société Etablissements André Barbot..... | 217 |
| Décision n° 88-MC-11 du Conseil de la concurrence relative à une demande de mesures conservatoires présentée par la société Quantel International Inc. | 217 |
| Circulaire du 19 juillet 1988 portant application des dispositions de l'arrêté du 3 décembre 1987 relatif à l'information du consommateur sur les prix | 218 |
| Guide de bonnes pratiques hygiéniques concernant les produits végétaux prêts à l'emploi, dits de la « IV ^e gamme », approuvé le 1 ^{er} août 1988 par le directeur général de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes.... | 221 |
| Indices élémentaires des salaires régionaux dans les industries du bâtiment et des travaux publics de mai 1988..... | 233 |
| C.C.M./C.C. B 1-87 : recommandation n° B 1-87 relative au dimensionnement et à l'équilibrage thermohydraulique des réseaux de distribution de chauffage à eau chaude proposée par le Groupe permanent d'étude des marchés de chauffage et de climatisation et adoptée le 15 décembre 1987 par la section technique de la Commission centrale des marchés..... | 234 |
| C.C.M./M.E. D 1-88 : spécification technique n° D 1-88 relative aux machines-outils à commande numérique (Dispositions générales : fourniture et installation, titre I ^{er} : fraiseuses d'usage général) proposée par le groupe permanent d'étude des marchés de matériels mécaniques, électriques et électroniques (G.P.E.M./M.E.), adoptée le 8 mars 1988 par la section technique de la Commission centrale des marchés | 234 |
| C.C.M./M.E. G 1-88 : spécification technique n° G 1-88 relative à la fourniture et l'installation d'engins de levage et de manutention portuaires, proposée par le Groupe permanent d'étude des marchés de matériels mécaniques, électriques et électroniques (G.P.E.M./M.E.), adoptée le 8 mars 1988 par la section technique de la Commission centrale des marchés..... | 235 |

Au demeurant, certaines professions libérales adoptent les modalités d'information du consommateur sur les prix telles que prévues par l'arrêté général (affichage en salle d'attente des pédicures-podologues ou des masseurs-kinésithérapeutes), tandis que d'autres, compte tenu de leur spécificité, sont assujetties à des modalités propres d'information sur les prix, définies par arrêté particulier (syndics de copropriété).

Enfin, il est rappelé que les tarifs de quelques professions faisant l'objet de dispositions législatives propres (notaires, huissiers notamment), sont réglementés et publiés au *Journal officiel*. Au surplus, ils sont mis à la disposition de la clientèle ou peuvent être consultés à sa demande.

g) Cas particulier des entreprises de restauration collective

Conformément à l'article 13 de l'arrêté, le prix des différents plats servis par les entreprises de restauration collective doit faire l'objet d'un affichage dans les lieux de réception du public.

Cependant, compte tenu de la diversité des conditions de prix, dont les usagers doivent avoir eu préalablement connaissance, et du fait que cela ne présente pas d'inconvénient pour la clientèle, le prix des plats exprimé en nombre d'unités de compte peut être considéré comme satisfaisant la réglementation.

VII. - Les offres de vente et de prestation de service à distance

a) Principe

Les techniques de communication à distance pénétrant peu à peu le commerce, les engagements des consommateurs sont de plus en plus souvent souscrits hors des lieux de vente.

Ces techniques de communication à distance, par lesquelles les entreprises proposent leurs produits ou services et qui permettent au consommateur de s'engager hors des lieux de vente, constituent à la fois la « vitrine » de ces entreprises et le moyen de véhiculer les transactions.

L'article 14 de l'arrêté a pour finalité d'assurer l'information du consommateur sur les prix, lorsqu'il commande un produit ou demande la prestation d'un service selon une technique de communication à distance, telle que la télématique, le téléphone, la vidéo-transmission ou la voie postale (liste non limitative et susceptible d'évolution).

En effet, comme sur les lieux de vente traditionnels, le consommateur effectuant des opérations commerciales à distance doit connaître précisément les prix avant la conclusion du contrat, afin qu'il soit en mesure de prendre le temps de la réflexion et qu'il puisse, s'il le souhaite, comparer sans difficulté des offres concurrentes.

b) Modalités de l'information du consommateur sur les prix

Sous réserve que le principe d'information préalable du consommateur soit respecté, le vendeur ou le prestataire ont une grande latitude dans le choix du procédé approprié à cette fonction.

Ils peuvent faire connaître publiquement leurs prix de diverses manières, notamment par le relais même de la technique de communication à distance qui permet la prise de commande. Ainsi, le prix peut apparaître sur l'écran ou le lecteur de « vidéocatalogue », d'appareils télématiques type « Minitel », de « bornes » télématiques ou de « vidéokiosques ». Il peut également être mentionné sur les publicités assorties de bons de commande.

Différemment, l'entreprise peut faire connaître ses prix de façon distincte de la commande, par exemple, par l'envoi préalable aux consommateurs de listes de produits, d'imprimés ou de catalogues mentionnant les prix. La commande ultérieure passée, par exemple, par télématique, téléphone ou voie postale, fait alors référence aux indications portées dans ces documents. Dans le même sens, les prix peuvent être annoncés par le relais d'un réseau de télévision, les commandes étant passées par le canal du téléphone ou de la télématique.

Quelles que soient les modalités d'information utilisées, elles ne doivent laisser place à aucune équivoque quant à la relation entre les produits ou services offerts et les prix correspondants.

Par ailleurs, les produits ou services doivent être décrits de manière aussi précise que possible, dans leurs éléments tant qualitatifs (dénomination, nature, qualité) que quantitatifs (dimensions et poids notamment).

c) Caractère probant des moyens d'information sur les prix

L'arrêté précise que, hors des lieux de vente, l'information du consommateur sur les prix est véhiculée par tout moyen « faisant preuve », afin qu'elle puisse être vérifiable, notamment en cas de contestation ultérieure sur la réalité du prix initialement annoncé.

S'agissant d'un texte pénal, tous les modes de preuve sont a priori admissibles et laissés à la libre appréciation du juge.

Cependant, compte tenu de leur force probante particulière, seront

les procédés d'information utilisant l'écrit ainsi que ceux ayant caractère public, l'information pouvant alors être constatée témoin (par exemple, mention du prix sur écran télématique).

VIII. - Dispositions diverses

Bien que l'arrêté conduise à rendre homogènes les règles d'information sur les prix, il peut exister des produits ou des services, compte tenu de leur nature ou des conditions de leur vente, exigant une information différente ou plus complète des consommateurs.

En vertu de l'article 15, les dispositions des textes spéciaux applicables à la date de l'arrêté faisant l'objet de la présente circulaire ou pris ultérieurement doivent être considérées comme des modalités d'application des règles définies par cet arrêté, adaptées aux spécificités des secteurs considérés.

Les obligations qui découlent de ces régimes particuliers se substituent aux dispositions analogues de l'arrêté de portée générale du 3 décembre 1987.

Le ministre d'Etat, ministre de l'économie,
des finances et du budget,
PIERRE BÉRÉGOVOY

Le secrétaire d'Etat auprès du ministre d'Etat,
ministre de l'économie, des finances et du budget,
chargé de la consommation,
VÉRONIQUE NEIERTZ

Guide de bonnes pratiques hygiéniques concernant les produits végétaux prêts à l'emploi, dits de « IV^e gamme », approuvé le 1^{er} août 1988 par le directeur général de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes

NOR : ECOC8810117X

Arts

Ce guide, élaboré conjointement par le Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes (C.T.I.F.L.) et la direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes, en concertation avec les professionnels de ce secteur, fait suite à un premier document intitulé « Eléments de base pour un code de bonnes pratiques professionnelles IV^e gamme ».

Ce recueil rappelle tout d'abord les dispositions législatives réglementaires relatives à la sécurité alimentaire et à l'information du consommateur. Il comporte également des exigences hygiéniques essentielles concernant le maintien d'une température à cœur du produit comprise entre 0°C et + 4°C, un délai de consommation et certaines caractéristiques microbiologiques auxquelles doivent satisfaire les produits finis pour être reconnus propres à la consommation. Il mentionne enfin des recommandations complémentaires à la réglementation et aux exigences essentielles ainsi que des lignes directrices pour l'élaboration par les entreprises de procédures de maîtrise de la qualité sanitaire des denrées de la « IV^e gamme », qui peuvent servir de références dans le cadre des vérifications de conformité auxquelles est astreint le responsable de la première mise sur le marché d'un produit, conformément aux dispositions de l'article 11^{er} de la loi du 1^{er} août 1905 modifiée.

Ce document a reçu un accueil favorable tant du groupe de travail « agro-alimentaire et nutrition » du Conseil national de la consommation le 28 juin 1988 que du groupe de travail Microbiologie des sections Sécurité alimentaire et Nutrition et hygiène de vie du Conseil supérieur d'hygiène publique de France le 29 juin 1988.

Le respect des éléments contenus dans ce guide, qui répondent au souci constant des pouvoirs publics d'assurer une maîtrise accrue de la qualité sanitaire des denrées alimentaires livrées au consommateur, favorisera la reconnaissance des moyens mis en place par les entreprises pour s'assurer des caractéristiques hygiéniques du produit fini.

Sommaire et dispositions du Guide de bonnes pratiques hygiéniques

SOMMAIRE

| | Pages |
|--|-------|
| 1. Introduction | 3 |
| 2. Champ d'application | 4 |
| 3. Hygiène de la production et de la récolte des végétaux | 4 |
| 3.1. Hygiène du milieu dans les zones d'où proviennent les matières premières. | |
| 3.1.1. Zones de culture ou de récolte. | |

Pages

| | |
|--|----|
| a. Récolte et production. | |
| pa1. Techniques. | |
| 2. Matériels et récipients. | |
| 3. Protection contre la contamination et les détériorations. | |
| Matériel de transport et de manutention. | |
| L'établissement de transformation : conception et installations | 6 |
| u. Emplacement. | |
| u. Bâtiments et installations. | |
| 1. Installations frigorifiques. | |
| 2. Sols et murs. | |
| 3. Plafonds. | |
| 4. Ventilation et renouvellement d'air. | |
| 5. Vestiaires et toilettes. | |
| 6. Emploi de l'eau. | |
| 7. Déchets. | |
| 8. Divers. | |
| 1. Matériels et ustensiles. | |
| 1.1. Matériaux. | |
| 1.2. Conception et installation du matériel. | |
| Hygiène et santé du personnel | 9 |
| Entretien sanitaire des installations, du matériel, des locaux | 9 |
| Dispositions hygiéniques en matière de traitement | 10 |
| 1. Dispositions générales. | |
| 1.1. Matières premières. | |
| 1.2. Prévention de la contamination croisée. | |
| 1.3. Traitement. | |
| 1.4. Emballage. | |
| 1.5. Contrôle de l'hygiène. | |
| 2. Recommandations pour la mise en place de procédures adaptées à chaque établissement. | |
| Dispositions concernant le produit fini | 12 |
| 1. Chaîne du froid. | |
| 2. Date limite de consommation. | |
| 3. Entreposage et transport du produit fini. | |
| 4. Distribution du produit fini. | |
| 5. Etiquetage du produit fini. | |
| 6. Contrôle de la qualité du produit fini. | |
| 6.1. Plans d'échantillonnage et spécifications microbiologiques. | |
| 6.2. Interprétation des résultats des analyses microbiologiques. | |
| 6.3. Méthodologie de l'analyse microbiologique. | |
| ANNEXE I. - RECOMMANDATIONS CONCERNANT LE NETTOYAGE ET LA DÉSINFECTION | 16 |
| ANNEXE II. - LE SYSTÈME « ANALYSE DES RISQUES, MAÎTRISE DES POINTS CRITIQUES » | 22 |
| ANNEXE III. - GUIDE POUR LA MISE EN PLACE DE PROCÉDURES DE MAÎTRISE DES POINTS CRITIQUES DE CONTRÔLE APPLIQUÉES AUX PRODUITS VÉGÉTAUX DITS DE LA « IV ^e GAMME » | 23 |

GUIDE DE BONNES PRATIQUES HYGIÉNIQUES CONCERNANT LES PRODUITS VÉGÉTAUX DITS DE LA « IV^e GAMME »

1. Introduction

Le présent document recouvre l'ensemble des pratiques hygiéniques dont le respect, pendant la culture et la récolte, la préparation, le traitement, l'emballage, l'entreposage, le transport et la distribution des végétaux dits de la « IV^e gamme » destinés à la consommation humaine, permet de garantir un produit sain, sûr et saine.

Il rappelle les dispositions réglementaires concernant l'hygiène des denrées alimentaires et l'information du consommateur (elles sont exprimées dans le texte par l'usage du terme « doit ») et propose des mesures complémentaires à cette réglementation (qui figurent dans le texte sous le terme « devrait »).

L'application de ce guide doit permettre la maîtrise de la qualité hygiénique des végétaux dits de la « IV^e gamme » en fournissant aux différents acteurs de ce secteur des éléments à prendre en compte :

- lors de la production et de la distribution de ces denrées ;
- lors du contrôle exercé par les pouvoirs publics dans le cadre de la surveillance de l'hygiène des aliments.

Pour ce faire, il propose un modèle de procédures, figurant en annexe, qui doivent être adaptées à chaque atelier. Ce document a été établi en collaboration entre le Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes (C.T.I.F.L.), les professionnels concernés et la Direction générale de la concurrence, de la

consommation et de la répression des fraudes (D.G.C.C.R.F.) sur la base du code d'usage international recommandé « Principes généraux d'hygiène alimentaire » de la commission F.A.O./O.M.S. du Codex Alimentarius (C.A.C., vol. A. Ed. 2, 1985).

2. Champ d'application

Ce guide de bonnes pratiques hygiéniques s'applique aux produits végétaux conditionnés en unités ménagères ou collectives, crus, frais, prêts à l'emploi à la consommation humaine, ayant fait l'objet d'un épluchage, coupage ou autre préparation touchant à l'intégrité du produit.

On entend par produits végétaux, au sens du présent guide, les fruits, les légumes et les herbes aromatiques.

Sont également visés par les dispositions du présent guide les produits végétaux qui nécessitent, avant consommation, un assaisonnement et/ou une cuisson. A l'exception des prescriptions réglementaires mentionnées dans le présent document, les recommandations de ce texte ne s'appliquent pas aux graines germées.

REMARQUE

1. Si des ingrédients qui ne rentrent pas eux-mêmes dans le champ d'application du présent guide sont ajoutés à des végétaux dits de la « IV^e gamme », le conditionnement doit assurer une séparation physique entre ces deux produits.

2. Les denrées animales ou d'origine animale présentées avec des végétaux dits de la IV^e gamme doivent, en plus des dispositions du 1 ci-dessus (1), répondre aux prescriptions hygiéniques fixées par la réglementation les concernant (décret n° 71-636 du 21 juillet 1971, paru au Journal officiel du 1^{er} août 1971, et ses arrêtés d'application).

3. Hygiène de la production et de la récolte des végétaux

3.1. Hygiène du milieu dans les zones d'où proviennent les matières premières

3.1.1. Zones de culture ou de récolte

Aucun produit ne doit être cultivé ou récolté là où des substances risquent d'être transmises à l'aliment dans des proportions pouvant présenter un danger pour la santé publique.

3.1.2. Hygiène de l'eau d'irrigation

Il ne faut pas utiliser pour la culture ou la production des zones où l'eau d'irrigation constitue un risque pour la santé du consommateur par l'intermédiaire de l'aliment.

3.1.3. Lutte contre les ravageurs et les ennemis des cultures

Les traitements par des agents chimiques de synthèse ou organiques (produits fertilisants ou phytosanitaires) doivent être appliqués selon la réglementation en vigueur en ce qui concerne leur autorisation d'utilisation. En outre, les fruits et légumes ne doivent pas contenir ou être porteurs de résidus de produits phytosanitaires en teneurs dépassant celles maximales admissibles fixées par l'arrêté du 7 mars 1985 (Journal officiel du 14 mars 1985).

3.2. Récolte et production

3.2.1. Techniques

Les méthodes et les techniques de récolte et de production doivent être hygiéniques afin de ne pas constituer un risque potentiel pour la santé ni entraîner une contamination du produit.

3.2.2. Matériels et récipients

Le matériel et les récipients utilisés pour la récolte et la production doivent être fabriqués et entretenus de façon à ne pas présenter de risques pour la santé. Les récipients destinés à être réutilisés devraient être construits dans des matériaux et selon une conception permettant un nettoyage facile et complet. Ils doivent être nettoyés et maintenus en état de propreté et, au besoin, désinfectés. Les récipients ayant contenu des substances toxiques ne doivent pas être utilisés ensuite pour recevoir des denrées ou des ingrédients alimentaires.

3.2.3. Protection contre la contamination et les détériorations

Des mesures appropriées doivent être prises pour empêcher les matières premières d'être contaminées par des ravageurs ou par des matières ou corps étrangers, des contaminants chimiques ou microbiologiques. Des mesures de précaution sont à prendre pour éviter les détériorations.

3.3. Matériel de transport et de manutention

Le matériel de transport et de manutention des matières premières depuis la zone de production ou d'entreposage devrait convenir à ces produits ; il doit être construit dans des matériaux et selon une conception permettant un nettoyage facile et complet. Il doit être nettoyé et au besoin désinfecté et désinfecté.

Les procédés de manutention ne doivent pas contaminer les matières premières. Des précautions sont prises pour empêcher les contaminations et éviter la détérioration des produits. Un matériel spécial, par exemple matériel de réfrigération, devrait être utilisé si les circonstances l'exigent.

4. L'établissement de transformation : conception et installations

4.1. Emplacement

L'établissement doit être situé dans une zone compatible avec son activité.

4.2. Bâtiments et installations

Les bâtiments et les installations devraient être construits de manière qu'un espace de travail suffisant permette le bon déroulement de toutes les opérations ; ils doivent être conçus de manière à faciliter l'hygiène des opérations en permettant notamment une progression continue depuis l'arrivée de la matière première jusqu'à l'obtention du produit fini : ainsi, les locaux dans lesquels s'effectuent les opérations pouvant donner lieu à une contamination croisée devraient se trouver séparés par des cloisons, des emplacements différents ou tout autre moyen efficace.

La hauteur sous plafond des locaux devrait être au moins égale à deux mètres cinquante.

Les locaux doivent être équipés de façon que leur température intérieure soit compatible avec la bonne conservation des produits visés dans le présent guide, quelle que puisse être notamment la température extérieure.

Il est recommandé que les locaux où s'effectue le parage des produits soient dotés d'une climatisation assurant une température inférieure ou égale à $+12^{\circ}\text{C}$; l'organisation du travail devrait être telle que le séjour des produits soit limité au temps strictement nécessaire à cette opération. De même, dans les locaux de fabrication et d'emballage une température comprise entre $+4^{\circ}\text{C}$ et $+6^{\circ}\text{C}$ devrait être maintenue de telle façon que la température à cœur des produits soit inférieure ou égale à $+4^{\circ}\text{C}$.

4.2.1. Installations frigorifiques

Tous les établissements doivent disposer d'enceintes réfrigérées destinées à l'entreposage des matières premières, des produits semi-finis et des produits finis. Elles doivent permettre le maintien de la température à cœur des produits entre 0°C et $+4^{\circ}\text{C}$.

4.2.2. Sols et murs

Dans les zones de manutention des produits, les sols et les murs doivent être, jusqu'à une hauteur d'au moins 1,75 mètre, construits dans des matériaux imperméables non absorbants, lavables et non toxiques. Leur surface doit être lisse et sans crevasse, facile à nettoyer et désinfecter. Les raccordements des murs avec le sol doivent être aménagés en gorge arrondie.

La pente du sol est réglée de façon à diriger les eaux résiduaires ou de lavage vers un orifice d'évacuation, muni d'un grillage et d'un siphon avec raccordement à l'égout public, chaque fois qu'il existe.

Lorsque les locaux ne sont pas desservis par le réseau d'égout public, les eaux usées sont collectées et évacuées de telle sorte qu'en aucun cas elles ne constituent un risque d'insalubrité pour les produits, ou pour l'environnement.

4.2.3. Plafonds

Les plafonds doivent être à surface lisse et lavable de façon à empêcher l'accumulation de saleté et à réduire au minimum la condensation de vapeur, l'apparition de moisissures et l'écailage.

4.2.4. Ventilation et renouvellement d'air

Une ventilation adéquate doit être prévue pour maintenir une température la plus fraîche possible et remplacer l'air vicié. Elle doit également éviter la condensation et l'accumulation de poussière.

Le courant d'air provoqué ne devrait pas aller d'une zone contaminée vers une zone propre.

4.2.5. Vestiaires et toilettes

Des installations sanitaires comportant des lave-mains avec eau froide et eau chaude, des douches ainsi que des cabinets d'aisance avec chasse d'eau doivent être prévus en nombre suffisant.

Ces locaux ne doivent pas communiquer directement avec les zones de travail et de stockage. Ils doivent être maintenus en permanence en état de propreté.

Les lave-mains installés, à commande autre que manuelle, doivent être pourvus des produits nécessaires au nettoyage et à la désinfection des mains. Ils doivent être munis d'essuie-mains à usage unique ou de sèche-mains électriques. L'utilisation de ces lave-mains, placés de telle manière que l'employé doit passer devant pour revenir dans la zone de traitement, est obligatoire avant chaque entrée dans l'atelier.

Des écriteaux doivent enjoindre au personnel de se laver les mains.

4.2.6. Emploi de l'eau

L'approvisionnement en eau froide et chaude exclusivement potable, sous pression et en quantité suffisante, doit être assuré pour toutes opérations où les produits sont en contact avec de l'eau, et pour le nettoyage et le rinçage des matériels et ustensiles.

De l'eau non potable, circulant dans des canalisations particulières facilement identifiables, peut être utilisée pour toute opération non liée aux aliments, par exemple : la production de vapeur non destinée à entrer en contact avec l'aliment, la réfrigération, la lutte contre les incendies.

L'eau recyclée à l'intérieur d'un établissement doit être traitée de façon telle que son emploi ne comporte aucun risque pour la santé. Le traitement devrait être surveillé. L'eau recyclée doit circuler dans des canalisations distinctes, facilement identifiables.

4.2.7. Déchets

Il est nécessaire de prévoir un système efficace d'évacuation systématique des déchets. Il doit être maintenu en permanence en bon état.

Les installations prévues pour l'entreposage des déchets et des matières non comestibles doivent être conçues de façon à empêcher que les ravageurs puissent y avoir accès et à éviter la contamination des aliments, de l'eau potable, du matériel, des locaux ou des voies aménagées sur les lieux.

A l'intérieur de l'établissement :

Le matériel et les ustensiles servant aux matières non comestibles et aux déchets doivent être identifiables et ne pas être utilisés pour les produits comestibles.

A l'extérieur de l'établissement :

Les récipients destinés aux matières non comestibles et aux déchets doivent être en métal ou tout autre matériau imperméable, faciles à nettoyer et à désinfecter (voir annexe I les dispositions particulières concernant les produits utilisables) ou pouvant être jetés après usage.

4.2.8. Divers

Dans les zones de manutention des aliments, tous les éléments et accessoires situés en hauteur doivent être installés de façon à éviter une contamination directe ou indirecte des aliments et des matières premières par la formation d'eau de condensation pouvant dégoutter dans les produits et ils ne doivent pas entraver les opérations de nettoyage. Leur agencement et leurs finitions doivent être de nature à empêcher l'accumulation de saleté et à réduire au minimum la formation d'eau de condensation, l'apparition de moisissures et l'écailage. Ils sont conçus pour être faciles à nettoyer.

Les locaux d'habitation, les zones de stockage des déchets et les lieux où les animaux sont gardés doivent être entièrement séparés des zones de manutention des aliments.

Les bâtiments et les installations doivent être conçus de façon à empêcher la pénétration et l'installation des ravageurs, ainsi que l'introduction de fumée, de poussière, etc. La présence d'animaux en liberté ou pouvant présenter un risque pour la santé doit être interdite dans les établissements.

4.3. Matériels et ustensiles

4.3.1. Matériaux

Tout le matériel et les ustensiles utilisés dans les zones de manutention des aliments et pouvant entrer en contact avec ces derniers doivent être fabriqués conformément à la réglementation en vigueur (décret n° 73-138 du 12 février 1973, *Journal officiel* du 15 février 1973) (2) dans des matériaux ne risquant pas de modifier anormalement la composition des produits alimentaires, notamment en leur conférant un caractère nocif ou en altérant les qualités organoleptiques. Ils doivent être non absorbants, résistants à la corrosion et capables de supporter des opérations répétées de nettoyage et de désinfection.

L'utilisation du bois ou d'autres matériaux difficiles à nettoyer et à désinfecter est à éviter au contact des denrées une fois le parage effectué. Il faut également éviter l'emploi de matériaux différents pouvant donner lieu à une corrosion par contact.

4.3.2. Conception et installation du matériel

Tout le matériel et les ustensiles sont conçus et construits de façon à éviter tout danger en matière d'hygiène et à en permettre le nettoyage et la désinfection faciles et complets ; dans la mesure du possible, ils devraient pouvoir être inspectés visuellement. L'équipement fixe est installé de telle façon qu'il soit aisément accessible et qu'il puisse être nettoyé à fond.

5. Hygiène et santé du personnel

L'état de santé et l'hygiène du personnel sont à...

La surveillance du personnel doit porter particulièrement sur la propreté des vêtements de travail et des mains. Il doit être interdit de fumer dans les salles de préparation et de stockage.

Le personnel doit porter des vêtements de travail et une coiffure propres, celle-ci enveloppant la totalité de la chevelure.

Le personnel doit utiliser les installations sanitaires (cf. Pt 4.2.5) mises à sa disposition.

L'employeur doit jouer un rôle effectif dans la prévention de la contamination des aliments. A cet effet, la formation et l'information des personnels dans les domaines de l'hygiène corporelle et vestimentaire et de la manipulation des aliments sont vivement recommandées.

6. Entretien sanitaire des installations, du matériel, des locaux

Afin d'empêcher la contamination des aliments, tout le matériel et les ustensiles doivent être nettoyés, désinfectés et rincés aussi souvent que nécessaire et en particulier à l'issue de chaque journée de travail.

Leurs éléments démontables en contact avec les denrées, couteaux et grilles notamment, doivent à la fin des opérations être séparés, nettoyés, désinfectés et rincés.

Après l'arrêt du travail quotidien, ou à n'importe quel autre moment, si les circonstances l'exigent, les sols et les murs des zones de manutention des aliments doivent être nettoyés à fond.

Les produits utilisés pour le nettoyage et la désinfection de ces matériaux doivent être conformes à la réglementation en vigueur (décret n° 73-138 du 12 février 1973 (2); arrêté du 27 octobre 1975 modifié (2) et loi n° 525 du 2 novembre 1943, *Journal officiel* du 4 novembre 1943, modifiée).

Un rinçage à l'eau potable ou à la vapeur d'eau doit enlever toute trace des produits utilisés (voir annexe I).

7. Dispositions hygiéniques en matière de traitement

7.1. Dispositions générales

7.1.1. Matières premières

Les fruits et les légumes destinés à la fabrication doivent être frais, sains et conformes aux usages loyaux et constants du commerce.

Seules des matières premières propres et saines doivent servir à la fabrication. Elles devraient être inspectées et triées avant d'être introduites dans la chaîne de transformation.

Lors de l'entreposage dans l'établissement, des précautions appropriées sont prises pour éviter leur détérioration (cf. paragraphe 4.2.1, Installations frigorifiques) et les protéger de toute souillure.

7.1.2. Prévention de la contamination croisée

Au cours de la préparation, des mesures efficaces doivent être prises pour empêcher la contamination des aliments par contact direct ou indirect avec les matières en cours de transformation.

Les personnes qui manipulent des matières premières ou des produits semi-finis susceptibles de contaminer les produits finis ne doivent pas toucher ces derniers tant qu'ils n'ont pas revêtu des vêtements de protection propres.

S'il existe une possibilité de contamination, le personnel se lave les mains minutieusement entre les opérations de manutention aux différents stades du traitement.

Tout le matériel ayant été en contact avec des matières premières ou des matières contaminées est nettoyé, désinfecté à fond et rincé avant d'entrer en contact avec des produits finis.

7.1.3. Traitement

Le traitement devrait être supervisé par du personnel techniquement compétent.

Toutes les étapes de la préparation, y compris l'emballage, doivent être exécutées sans retard inutile et dans des conditions de nature à empêcher toute possibilité de contamination, de détérioration et de développement microbien.

Les produits en attente de conditionnement doivent être impérativement placés dans une chambre froide distincte de celle destinée à l'entreposage des produits bruts.

Les additifs et auxiliaires technologiques ne peuvent être utilisés que s'ils sont expressément autorisés conformément aux dispositions en vigueur [décret du 15 avril 1912 modifié (3)]. Ces prescriptions concernent à la fois leurs critères de pureté et leur condition d'emploi dans les produits.

7.1.4. Emballage

Les emballages utilisés doivent être conformes à la réglementation concernant les matériaux au contact des aliments et denrées destinés à l'alimentation humaine (décret du 12 février 1973). Tous les matériaux d'emballage doivent être entreposés dans des conditions de propreté et d'hygiène. Ils doivent convenir au type de produit et aux conditions prévues d'entreposage. Ils ne doivent pas transmettre au produit de substances inadmissibles au-delà des normes en vigueur. Les matériaux d'emballage doivent offrir des garanties de résistance et protéger efficacement le produit contre la contamination.

7.1.5. Contrôle de l'hygiène

Le contrôle de toutes les mesures élaborées pour assurer une qualité hygiénique optimale du produit devrait être confié à un responsable unique. Ce responsable qualité devrait être attaché en permanence à l'établissement et, dans ces fonctions, ne devrait pas dépendre de la production. Il devrait connaître parfaitement les dangers inhérents à la contamination. Tout le personnel affecté au nettoyage de l'établissement devrait être bien formé aux techniques sanitaires.

7.2. Recommandations pour la mise en place de procédures adaptées à chaque établissement

Dans chaque unité de production, il est nécessaire que soient définies des procédures particulières permettant d'assurer une qualité hygiénique optimale, en tenant compte de la spécificité de l'atelier (nature du matériel, matières premières, environnement, techniques de fabrication, organisation du travail...).

La démarche recommandée pour mettre au point ces procédures s'inspire du système « Prévention des risques, maîtrise des points critiques (système "H.A.C.C.P.") ». L'annexe II du présent document présente succinctement le système « H.A.C.C.P. » ; l'annexe III fournit l'ossature de la démarche préconisée pour les végétaux dits de la « IV^e gamme ».

8. Dispositions concernant le produit fini

8.1. Chaîne du froid

Depuis le conditionnement des produits jusqu'à leur achat par les consommateurs, le respect de la chaîne du froid est indispensable au maintien de leur qualité hygiénique et organoleptique.

Ainsi, l'entreposage, le transport et la mise en vente des produits doivent être assurés à une température positive, inférieure ou égale à + 4 °C.

8.2. Date limite de consommation

Le choix de la date limite de consommation (D.L.C.), dont la mention sur l'étiquette du produit est obligatoire pour les denrées rapidement altérables [décret n° 84-1147 du 7 décembre 1984 (4)], dépend notamment de la température de stockage, de transport et de mise en vente à respecter. L'indication de la date limite de consommation et de la température à respecter qui lui est associée est réalisée sous la responsabilité du fabricant ; il est recommandé de retenir une durée de conservation entre la préparation des produits et la date limite de consommation inférieure ou égale à sept jours, les produits devant respecter les spécifications microbiologiques mentionnées au § 8.6.1 durant ce délai.

8.3. Entreposage et transport du produit fini

Le produit fini doit être entreposé et transporté dans des conditions de nature à empêcher sa contamination notamment par des micro-organismes ou la prolifération de ces derniers et à le protéger contre toute détérioration ou contre les dégâts causés aux emballages. Au cours de l'entreposage, le produit fini doit faire l'objet d'inspections périodiques de façon à s'assurer que seuls des aliments propres à la consommation humaine seront livrés et que les spécifications relatives aux produits finis sont respectées.

8.4. Distribution du produit fini

Lors de la mise en vente, les produits doivent être exposés dans des meubles de vente réfrigérés permettant d'assurer au cœur du produit la température requise. Jusqu'à son achat par les consommateurs, le produit doit être conservé dans son emballage d'origine. Dans le cas de la restauration collective, l'emballage d'origine doit être conservé jusqu'au jour de la consommation effective.

8.5. Etiquetage du produit fini

L'étiquetage des denrées alimentaires préemballées doit respecter les dispositions du décret n° 84-1147 du 7 décembre 1984 (4) et comporter entre autres mentions :

- la dénomination de vente ;
- la liste des ingrédients, y compris la mention des additifs utilisés ;
- la quantité nette ;
- la date limite de consommation (« à consommer avant le... ») ainsi que l'indication de la température de conservation à respecter ;
- le nom ou la raison sociale et l'adresse du fabricant ou du conditionneur ;
- les conditions particulières d'utilisation, notamment les précautions d'emploi.

8.6. Contrôle de la qualité du produit fini

Des contrôles qualitatifs doivent permettre de vérifier que, jusqu'à la date limite de consommation (D.L.C.), les caractéristiques organoleptiques (aspect, odeur, saveur et texture caractéristiques de l'espèce ou de la variété utilisées) et hygiéniques du produit fini sont respectées.

S'agissant des caractéristiques hygiéniques, les produits dits de la « IV^e gamme » doivent satisfaire, sans préjudice des exigences essentielles fixées par la réglementation, aux critères microbiologiques mentionnés ci-dessous. Ces spécifications, sauf cas contraire mentionné, doivent être respectées au moins jusqu'à la date limite de consommation.

8.6.1. Plans d'échantillonnage et spécifications microbiologiques

| | n (1) | c (2) | m (3) | M (4) |
|---|-------|-------|-------------------|-------------------|
| Microorganismes aérobies à 30 °C/g : | | | | |
| - au stade de la production a | 5 | 2 | 5-10 ^a | 5-10 ^a |
| - au stade de la consommation pour les salades..... | 5 | | | 5-10 ^a |
| Coliformes cultivant à 44,5 °C/g | 5 | 2 | 10 | 10 ^a |
| Salmonella dans 25 g | 5 | 0 | Absence | Absence |

a) Sauf pour le persil, le cresson et les herbes aromatiques pour lesquels : m = 5.10^a/g ; M = 5.10^b/g.

(1) n : nombre d'unités composant l'échantillon.

(2) c : nombre d'unités de l'échantillon donnant des valeurs situées entre m et M.

(3) m : critère tel que les résultats qui lui sont égaux ou inférieurs sont considérés comme conformes. Pour tenir compte de la variabilité des dénombrements microbiens, le critère est affecté d'un facteur de variation de + ou - 1/2 intervalle logarithmique pour les dénombrements réalisés en milieux solides, ou d'un facteur de variation de + ou - 1 intervalle logarithmique pour les dénombrements en milieux liquides.

(4) M : seuil limite d'acceptabilité au-delà duquel les résultats ne sont pas conformes. Les tolérances liées aux techniques analytiques ne s'appliquent pas au seuil M.

N.B. : il est rappelé que les denrées visées doivent en outre être exemptes de micro-organismes ou toxines en quantités dangereuses pour la santé publique. La vérification, notamment de l'absence de *Yersinia enterocolitica* sérotypes 0:3, 0:8, 0:9 et de *Listeria monocytogenes* est souhaitable dans le cadre des examens microbiologiques effectués à l'initiative du fabricant lors des autocontrôles.

8.6.2. Interprétations des résultats des analyses microbiologiques

8.6.2.1. Le présent document met en œuvre un plan à trois classes sauf pour la recherche des *Salmonella*. Les règles d'interprétation de ce plan sont les suivantes :

a) Qualité conforme :

Toutes les valeurs observées sont :

- inférieures ou égales à 3 m lors de l'utilisation de milieux solides ;
- inférieures ou égales à 10 m lors de l'utilisation de milieux liquides.

b) Qualité acceptable :

Aucune valeur observée n'est supérieure à M et

au plus deux valeurs sur cinq sont comprises :

- entre 3 m et M lors de l'utilisation de milieux solides ;
- entre 10 m et M lors de l'utilisation de milieux liquides.

c) Qualité non conforme :

Une valeur (ou plus) est supérieure à M ou

trois valeurs (ou plus) sont comprises :

- entre 3 m et M lors de l'utilisation de milieux solides ;
- entre 10 m et M lors de l'utilisation de milieux liquides.

8.6.2.2. Le plan à deux classes fixé pour la recherche des *Salmonella* n'accepte aucune tolérance.

8.6.3. Méthodologie de l'analyse microbiologique

Le contrôle en vue d'un examen microbiologique ne doit porter que sur des unités individualisées. La taille de l'échantillon doit comprendre cinq unités. Afin de permettre au laboratoire de conduire les analyses, chaque unité doit comporter au minimum 100 grammes de produit.

La méthode d'analyse est celle décrite dans les normes Afnor suivantes :

NF V.08-002 directive générale pour les examens microbiologiques ;

NF V.08-010 portant directives générales pour la préparation des dilutions en vue de l'examen microbiologique ;

NF V.08-011 directives générales pour le dénombrement des microorganismes. Méthode par comptage des colonies obtenues à 30 °C.

NF V.08-017 directives générales pour le dénombrement des coliformes fécaux et de *Escherichia coli* (la méthode par comptage des colonies est recommandée) ;

NF V.08-013 directives générales pour la recherche des *Salmonella*.

L'échantillon pour essai (prise d'essai) doit être représentatif du produit soumis à l'analyse ; dans la mesure du possible, il sera de 100 grammes.

Remarque. - Lorsque les échantillons des produits visés au pré-

ANNEXE I

RECOMMANDATIONS CONCERNANT LE NETTOYAGE ET LA DÉSINFECTION

1. Principes généraux

1.1. Une hygiène bien conçue exige un nettoyage efficace et régulier des installations, du matériel et des véhicules pour éliminer les matières alimentaires et impuretés qui pourraient contenir des microorganismes capables de provoquer des intoxications d'origine alimentaire, de même que la détérioration et la contamination des produits. Ce processus de nettoyage est suivi ou accompagné de mesures de désinfection destinées à réduire le nombre des éventuels microorganismes pouvant subsister après le nettoyage.

1.2. Les méthodes de nettoyage et de désinfection devraient être correctement établies par un spécialiste de l'hygiène après consultation avec les cadres responsables de la production ainsi que les fabricants de produits de nettoyage et de désinfectants. Ces méthodes devraient être conçues pour répondre aux exigences particulières du traitement et du produit en cause ; elles devraient être présentées sous forme écrite et accessibles aux employés et aux cadres de direction. Des méthodes devraient être définies non seulement pour le nettoyage et la désinfection des installations, du matériel et des véhicules, mais aussi pour le nettoyage et la désinfection du matériel servant lui-même au nettoyage tel que balais, serpillières, seaux. Le responsable hygiène devrait exercer une surveillance permettant de s'assurer de l'application consciencieuse, aux intervalles prescrits, des procédures établies.

1.3. Une seule personne, de préférence attachée en permanence à l'entreprise, et dans la mesure du possible ayant des fonctions étrangères à la production, devrait être chargée des méthodes de nettoyage et de désinfection et du contrôle de leur application.

1.4. Les produits de nettoyage et les désinfectants industriels doivent être manipulés avec précaution. Les produits alcalins ne doivent pas être mélangés avec les produits acides. On devrait éviter les mélanges de solutions d'hypochlorite avec les produits acides, car cela entraîne un dégagement de chlore gazeux. Le personnel manipulant ces produits doit être parfaitement instruit de leurs conditions d'utilisation. Les récipients où sont conservés ces produits doivent être marqués très clairement et entreposés dans des emplacements différents de ceux réservés aux produits alimentaires et au matériel d'emballage. Il convient de respecter les recommandations figurant dans la documentation des fabricants, notamment en ce qui concerne les dispositions d'étiquetage de danger (conseil de prudence) résultant des dispositions françaises ou, à défaut, communautaires applicables aux substances et préparations dangereuses.

2. Nettoyage

2.1. Procédés de nettoyage

2.1.1. Ces procédés devront comporter :

2.1.1.1. L'élimination des ors déchets en surface par brossage aspi-

2.1.1.2. L'emploi d'un produit de nettoyage autorisé pour faciliter le détachement des saletés et du film bactérien et les maintenir en solution ou suspension.

2.1.1.3. Le rinçage à l'eau pour enlever les saletés ainsi détachées et les résidus de produits de nettoyage.

2.1.1.4. Il faudra veiller à ce que l'emploi de substances abrasives ne modifie pas les caractéristiques de la surface en contact avec l'aliment et à ce que des fragments détachés des brosses, raclours et autres matières employées dans le nettoyage ne contaminent pas les aliments.

2.1.2. Ces opérations terminées, une désinfection peut suivre (voir section 3, Désinfection).

2.2. Méthodes de nettoyage

2.2.1. Le nettoyage s'opère par l'application séparée ou combinée de méthodes physiques, par exemple brossage ou écoulement turbulent, et de méthodes chimiques, par exemple recours aux détergents alcalins ou acides. La chaleur est un facteur d'appoint important pour l'une ou l'autre méthode. Les températures doivent être choisies avec soin en fonction des produits de nettoyage, de la nature des impuretés et des surfaces de travail.

2.2.2. On peut recourir à l'une des méthodes suivantes selon les circonstances (N.D.L.R. : les méthodes citées ne sont pas exhaustives et ne sont pas spécifiques à la « IV^e gamme »).

2.2.2.1. Méthode manuelle : cela comporte l'élimination des saletés par brossage en présence d'une solution de produit de nettoyage. Le trempage des pièces amovibles des machines et de petit matériel dans un récipient contenant une solution de produit de nettoyage peut être nécessaire pour détacher les saletés avant le brossage.

2.2.2.2. Nettoyage en place : le nettoyage du matériel, y compris des canalisations, se fait avec de l'eau et un produit de nettoyage sans avoir recours au démontage du matériel ou des canalisations. Le matériel doit être spécialement conçu pour cette méthode. Pour que le nettoyage des canalisations soit efficace, il faut une vitesse minimum de 1,5 mètre/seconde avec écoulement turbulent. Dans la mesure du possible, il faudrait identifier et éliminer les parties de l'équipement qui ne sont pas susceptibles d'un nettoyage efficace par cette méthode. Si on ne peut le faire de façon satisfaisante, il faudrait démonter pour le nettoyage les parties en question pour empêcher l'accumulation d'éléments de contamination.

2.2.2.3. Jet à faible pression et grand volume : emploi d'eau ou d'une solution produit de nettoyage en grande quantité à des pressions pouvant atteindre 100 psi (6,8 bars environ).

2.2.2.4. Jet à forte pression et faible volume : emploi d'eau ou d'une solution produit de nettoyage en faible quantité à une pression élevée, c'est-à-dire allant jusqu'à 1 000 psi (68 bars).

2.2.2.5. Nettoyage à la mousse : application d'un produit de nettoyage sous forme de mousse restant en contact avec la surface pendant 15 à 20 minutes avant d'être rincée au jet d'eau.

2.2.2.6. Machines à laver : certains récipients et équipements utilisés pour le traitement des aliments peuvent être lavés à la machine. Ces machines effectuent les opérations de nettoyage indiquées ci-dessus et comportent, en plus, un programme de désinfection par rinçage à l'eau chaude à la fin du cycle de nettoyage. Ces machines donnent de bons résultats à condition que leur efficacité soit assurée par un entretien approprié et régulier.

2.3. Produits de nettoyage

Les produits de nettoyage doivent avoir un bon pouvoir mouillant et être capables d'éliminer les saletés des surfaces et de les maintenir en suspension. Ils doivent avoir de bonnes propriétés de rinçage de façon que le matériel puisse être débarrassé aisément des saletés et du produit de nettoyage résiduel. Il existe de nombreux types de produits de nettoyage et il faudrait s'assurer que celui utilisé dans une situation donnée convient pour enlever le type de saleté résultant d'un traitement alimentaire particulier et qu'il est employé à la concentration et à la température voulues. Le produit de nettoyage utilisé devrait être non corrosif.

2.4. Séchage après le nettoyage

2.4.1. Si le matériel reste mouillé après nettoyage et rinçage, les micro-organismes peuvent se développer dans le film d'eau. Il importe de faire égoutter ou sécher le matériel aussi rapidement que possible après le rinçage, si possible à l'air libre.

2.4.2. Des points d'égouttage adéquats devraient être prévus pour le matériel ne pouvant être démonté, ainsi que des séchoirs pour les petites pièces démontées pour les besoins du nettoyage.

2.4.3. Tout le matériel qui inévitablement reste mouillé pendant un laps de temps suffisamment long pour qu'une croissance importante d'organismes tels que bactéries, moisissures et levures puisse se produire doit être désinfecté immédiatement avant usage.

3. Désinfection

3.1. Conditions générales

« La désinfection est une opération au résultat momentané, qui permet d'éliminer ou de tuer les micro-organismes et/ou d'inactiver les virus indésirables portés par des milieux inertes contaminés, en fonction des objectifs fixés » (norme AFNOR NF T 72-101, mars 1981). Elle entraîne donc une réduction des microorganismes vivants, mais elle ne supprime généralement pas les spores bactériennes. Une désinfection efficace n'élimine pas nécessairement tous les micro-organismes en présence, mais elle les ramène à un niveau auquel on peut raisonnablement supposer qu'ils ne présentent plus de risque pour la santé. Aucun procédé de désinfection ne peut être pleinement efficace s'il n'a été précédé d'un nettoyage complet. Les procédés de désinfection devraient être choisis en fonction des micro-organismes à éliminer, du type d'aliment en cours de traitement, du matériau formant les surfaces en contact avec l'aliment et, le cas échéant, des critères mentionnés à l'alinéa 3.4. Le choix du désinfectant dépend également des caractéristiques de l'eau disponible et de la méthode de nettoyage utilisée. L'emploi continu de certains désinfectants chimiques peut sélectionner les microorganismes les plus résistants. Les méthodes servant au nettoyage décrites à l'alinéa 2.2 peuvent également être employées pour l'application des désinfectants.

3.2. Désinfection par la chaleur

3.2.1. L'application de chaleur humide pour élever la température superficielle à 70 °C au moins est l'une des formes les plus courantes de désinfection. Les températures élevées, cependant, dénaturent les résidus protéiques et les font adhérer à la surface du matériel de production alimentaire. Il est donc indispensable que toute matière telle que les résidus d'aliments soit éliminée par un nettoyage approfondi avant l'application de chaleur en vue de la désinfection.

3.2.1.1. Désinfection à l'eau chaude

C'est la méthode par excellence utilisée couramment dans toute l'industrie alimentaire. Les parties démontables du matériel et les petites pièces peuvent être plongées dans un baquet ou un réservoir rempli d'eau à la température de désinfection pendant une durée suffisante, par exemple à 80 °C pendant 2 minutes. Le rinçage désinfectant dans les machines à laver mécaniques devrait être effectué à cette température et le temps d'immersion devrait être suffisant pour permettre aux surfaces du matériel d'atteindre cette température. L'eau portée à la température de désinfection risque de causer des brûlures aux mains et il faut donc utiliser des paniers ou tout autre type de récipients en cas de procédé manuel.

3.2.1.2. Désinfection à la vapeur

Lorsque l'on emploie la vapeur, la surface à désinfecter doit être portée à la température de désinfection pendant la durée prescrite. Il ne sera peut-être pas possible de disposer de vapeur pour la désinfection dans toutes les sections des locaux. Les lances à vapeur sont utiles pour la désinfection des surfaces du matériel et des surfaces difficilement accessibles ou qui doivent être désinfectées en place. L'application de vapeur à haute température réchauffe les surfaces, favorisant ainsi leur séchage. Mais cette méthode n'est pas sans inconvénient à cause de la condensation qui peut se produire sur d'autres parties du matériel ou des installations. La vapeur à haute pression peut décapier les surfaces peintes et entraîner les lubrifiants des pièces mobiles du matériel. En outre, certains matériaux comme les matières plastiques ne peuvent être traités à la vapeur sous pression. Les jets de vapeur ne devraient être utilisés que par du personnel compétent, car ils peuvent être dangereux dans des mains inexpertes.

3.3. Désinfection chimique

3.3.1. Les facteurs suivants influent sur l'action des désinfectants chimiques :

3.3.1.1. La saleté les rend inactifs. L'efficacité de tous les désinfectants chimiques est réduite par la présence de saleté ou de toute autre impureté. Leur effet sera nul si la saleté est excessive. La désinfection à l'aide de produits chimiques doit donc toujours être précédée d'une opération de nettoyage.

3.3.1.2. Température de la solution. En règle générale, plus la température est élevée, plus la désinfection est efficace. Une solution tiède ou chaude est donc préférable à une solution froide. Il y a cependant des limites aux températures que l'on peut utiliser et il faut observer les instructions des fabricants. Les iodophores dégagent de l'iode au-delà de 43 °C, ce qui peut tacher les matériaux. L'action corrosive du chlore augmente lorsqu'on utilise des solutions d'hypochlorite chaudes.

3.3.1.3. **Durée.** Tout désinfectant exige un temps de contact minimum pour être efficace. Ce temps varie avec l'activité propre au désinfectant.

3.3.1.4. **Concentration.** La concentration requise pour la solution chimique varie selon l'usage auquel elle est destinée et doit être adaptée à l'objectif qu'on s'est fixé et à l'environnement dans lequel elle est utilisée. Il faut donc se conformer strictement aux instructions du fabricant pour préparer les solutions.

3.3.1.5. **Stabilité.** Toutes les solutions de désinfectants devraient être préparées juste avant emploi dans des récipients propres. Rajouter du désinfectant à une solution entamée, ou conserver pendant longtemps des solutions diluées prêtes à l'emploi, peut les rendre inefficaces ou en faire un réservoir d'organismes résistants. Les désinfectants peuvent perdre leur efficacité s'ils sont mélangés avec des détergents ou d'autres désinfectants. Il faut vérifier régulièrement la concentration des désinfectants, en particulier lorsqu'il y a eu dilution pendant l'usage. Il existe des nécessaires d'analyse simples et peu coûteux permettant de le faire.

3.4. Produits chimiques convenant à la désinfection des locaux

Les produits utilisés pour le nettoyage et la désinfection doivent être conformes à la réglementation en vigueur (décret du 12 février 1973, arrêté du 27 octobre 1975 modifié et loi n° 525 du 2 novembre 1943 modifiée concernant les produits servant dans les locaux de stockage pour le matériel de transport, de récolte et les sacs et emballage vides). Ils ne doivent pas être susceptibles de modifier les caractéristiques organoleptiques des aliments.

4. Contrôle de l'efficacité des procédés

4.1. Il faut contrôler l'efficacité des procédés de nettoyage et de désinfection en les faisant suivre d'un examen microbiologique du produit alimentaire et des surfaces entrant en contact avec les aliments. Un examen microbiologique analogue effectué régulièrement sur le produit à tous les stades de la production fournira également des renseignements sur l'efficacité des opérations de nettoyage.

4.2. Lors des tests microbiologiques pour s'assurer de l'efficacité du nettoyage et de la désinfection du matériel et des surfaces entrant en contact avec les aliments, il est nécessaire d'utiliser un agent neutralisant pour éliminer toute trace de désinfectant.

ANNEXE II

LE SYSTÈME « ANALYSE DES RISQUES, MAÎTRISE DES POINTS CRITIQUES »

Le système « Analyse des risques, maîtrise des points critiques » (dans la littérature internationale « système H.A.C.C.P. » (Hazard Analysis Critical Control Points)) est un moyen permettant d'identifier et de spécifier les prescriptions d'hygiène d'importance cruciale à appliquer à une opération de production alimentaire donnée pour assurer l'innocuité microbiologique et la salubrité d'une matière première ou d'un aliment déterminé.

Le système comprend :

1. L'évaluation des risques liés à la culture, à la récolte, au traitement, à la fabrication, à la distribution, à la commercialisation, à la préparation et/ou à l'emploi d'une matière première ou d'un produit alimentaire donné.

2. La détermination du (des) point(s) de contrôle critique(s) r

saire(s) à la maîtrise des risques identifiés.

3. L'énoncé précis des critères indiquant si le déroulement l

opération est bien maîtrisé à un point de contrôle critique donné.

4. La mise au point et l'application de procédures pour la su

lance de chaque point de contrôle critique afin de vérifier qu'

bien maîtrisé.

5. La mise en œuvre de toute mesure de correction nécessai

les résultats de la surveillance indiquent qu'un certain poin

contrôle critique n'est pas maîtrisé.

L'évaluation des risques exige tout d'abord que l'on identifi

risques microbiologiques éventuels (organismes et/ou toxines) l

une opération déterminée et que l'on évalue ces risques de ma

adéquate pour déterminer leur importance pour l'innocuité du

duit alimentaire ou de la matière première. Pour cela, on analys

risques que comporte l'opération de production alimentaire

tenant compte des matières premières et du matériel employés,

différents procédés mis en œuvre ainsi que du plan des installa

et du système prévu pour la distribution et l'emploi du produi

partir de cet ensemble de données, on retient des points de con

critiques spécifiques ainsi que des prescriptions de maîtrise e

surveillance pour chacun d'eux en fonction de considérations

validité et d'utilité.

CODEX ALIMENTARIUS - FH ALINORM 87/13A ANNEXE VI (EXTRAITS)

ANNEXE III

GUIDE POUR LA MISE EN PLACE DE PROCÉDURES DE MAÎTRISE DES POINTS CRITIQUES DE CONTRÔLE APPLIQUÉES AUX PRODUITS VÉGÉTAUX DE LA « IV^e GAMME »

Note explicative

La présente annexe propose un système de maîtrise et de surveillance des points critiques inspiré des principes généraux relatifs au système H.A.C.C.P. (annexe II). Il s'agit de lignes directrices destinées à permettre l'application du concept H.A.C.C.P. au niveau de chaque atelier, cette technique devant donner lieu préalablement à une évaluation des risques d'aboutir à un produit fini de qualité hygiénique non satisfaisante au niveau de chaque entreprise industrielle. En effet, l'établissement et le choix des options de maîtrise de surveillance doivent tenir compte de la réalité de chaque atelier (conception, organisation du travail, produits et technologies...).

L'application correcte de ce système de maîtrise et de surveillance a pour but d'apporter une certaine garantie quant au respect des critères microbiologiques au niveau du produit fini à la date limite de consommation, le contrôle microbiologique (« autocontrôle ») s'intégrant dans ce système.

Avec ce système, on se trouve en présence à la fois de procédures de contrôle à l'usine, mais également de procédures d'inspection cette démarche pouvant être utilisée lors des contrôles effectués notamment par les agents des services extérieurs de la D.G.C.C.F. dans le cadre de la surveillance des conditions d'hygiène.

Présentation du document

Le document en question présente certaines étapes, celles-ci n'étant pas exhaustives.

A chacune de ces étapes, sont identifiés les produits, les risques, l'importance du risque (à déterminer au niveau de chaque entreprise en fonction de l'évaluation des risques), le (ou les) point(s) de contrôle critique(s) (P.C.C.) ; certaines opérations de maîtrise et de surveillance sont ensuite spécifiées. S'agissant d'un guide, ce document doit être complété en fonction de la pratique de chaque entreprise : il propose un canevas national qui doit être formalisé au niveau de l'atelier ; tel est notamment le but des fiches mentionnées dans la colonne Observations.

Annexe 2 : Echelle de couleur pour l'évaluation du stade de maturité de la banane

- 1 Complètement verte
- 2 Traces de jaune
- 3 Plus verte que jaune
- 4 Plus jaune que verte
- 5 Traces vertes aux extrémités mais la plus grosse partie est jaune
- 6 Complètement jaune
- 7 Tachetée avec des points bruns
- 8 Grandes taches brunes reliées les unes aux autres, formant un amas irrégulier et couvrant 50% de la peau, le reste étant jaune

(Source: Stover R.H., Simmonds N.W. (1987). *Bananas*. 3rd ed., Longman Scientific and Technical/John Wiley and Sons, New York, pp. 65-66)

Banana Ripening Chart

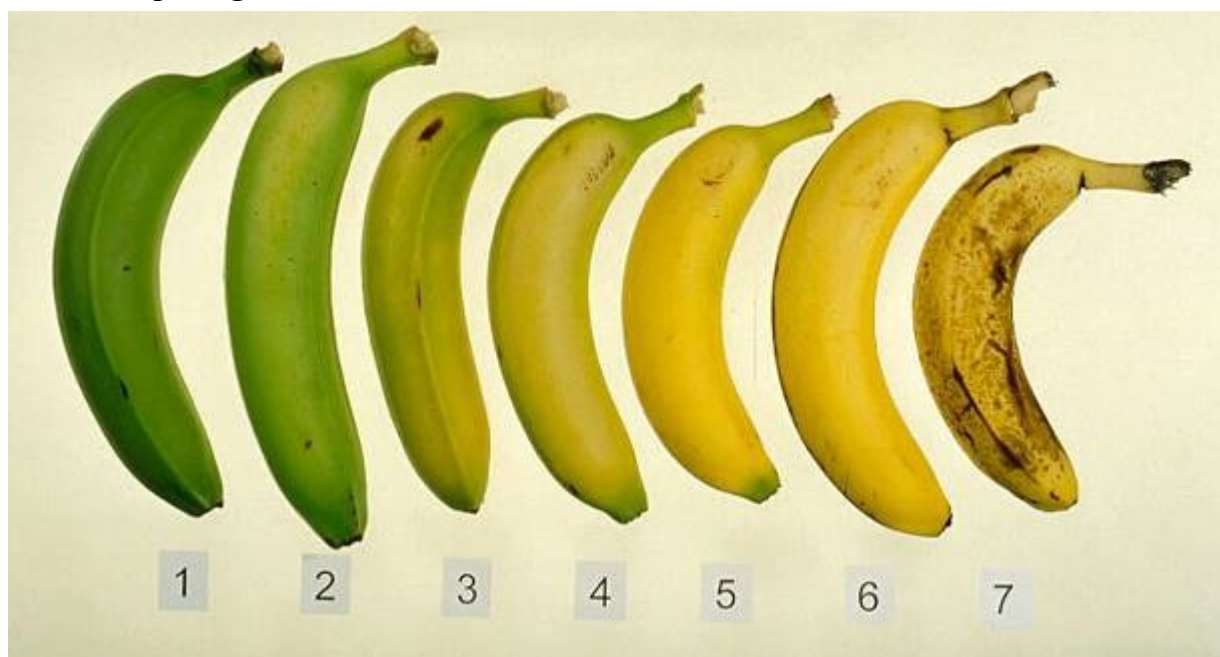


Photo by: Don Edwards ; récupérée sur <http://postharvest.ucdavis.edu>

Annexe 3 : Fiche des caractéristiques du resvératrol extrait de raisin



FT N° 08 349 NU

exGrape[®] TOTAL

**EXTRAIT DE RAISIN
titré en polyphénols**

Description

| | | |
|----------------|--|---|
| Origine | Plantes | : Vigne |
| | Noms latins | : <i>Vitis Vinifera</i> |
| | Parties végétales utilisées | : baie (raisin) |
| Procédé | Solvant d'extraction | : hydroalcoolique faible (moins de 30% d'éthanol) |
| | Support de séchage | : aucun |
| | Le procédé préserve les propriétés des principes actifs. | |

Spécifications

| | | | |
|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------|
| Aspect | : poudre fine | Densité | : > 0.40 |
| Couleur | : violette | Humidité | : < 7 % |
| Odeur | : caractéristique (raisin) | | |
| Saveur | : astringente | | |
| Polyphénols totaux | (en équivalent catéchine) | DO 280 nm | : ≥ 92% |
| | (en équivalent acide gallique) | FOLIN CIOCALTEU | : > 60% |
| Procyanidines (OPC) | (en équivalent catéchine) | Vanilline | : ≥ 15% |
| Anthocyanes | | Décoloration au disulfite | : ≥ 2% |
| Resvératrol | (en équivalent trans-resvératrol) | HPLC | : ≥ 2 500 ppm |

Contaminants / Résidus

| | | | |
|-------------------------------------|----------------|---|--------------|
| Microbiologie : | | Métaux Lourds : | |
| Flore totale | : < 1000 ufc/g | Pb : < 3 ppm | As : < 2 ppm |
| Levures, moisissures | : < 100 ufc/g | Hg : < 0.1 ppm | Cd : < 1 ppm |
| Coliformes totaux | : absence | Pesticides : Organochlorés + Organophosphorés : < 1 ppm | |
| Escherichia Coli* | : absence | | |
| Salmonelle* | : absence | | |
| SO₂ total | : < 180 ppm | | |
| Teneur en solvant résiduel : | | | |
| Ethanol | : < 100 ppm | | |

* Dosé une fois par an sur un lot moyen

Date d'analyse : 19/11/08
Date de fabrication : 31/10/08
Date d'expiration : 30/04/10

exGrape® TOTAL

| | RESULTATS | SPECIFICATIONS |
|--|-----------|----------------|
| Polyphénols Totaux (%) en équivalent catéchine (DO280nm) | 101.8 | ≥ 92.0% |
| Polyphénols Totaux (%) en équivalents acide gallique (méthode Folin Ciocalteu) | 79.63 | > 60.0 % |
| OPC (%) en équivalents catéchine (Méthode à la vanilline) | 15.03 | ≥ 15.0 % |
| Anthocyanes (%) | 5.74 | ≥ 2.0 % |
| Resvératrol en équivalent trans-resvératrol (ppm) | 3146 | ≥ 2500 ppm |
| Humidité (%) | 4.9 | < 7.0% |
| SO ₂ Total (ppm) | 0 | <180ppm |
| Teneur en solvant résiduel éthanol (ppm) | 22 | <100ppm |
| Densité | 0.56 | > 0.40 |
| Microbiologie : | | |
| - Flore totale (ufc/g) | 0 | < 1000 ufc/g |
| - Levures et moisissures (ufc/g) | 10 | < 100 ufc/g |
| - Coliformes totaux | Absence | Absence |
| - Escherichia Coli* | Absence | Absence |
| - Salmonelle* | Absence | Absence |
| Pesticides (ppm) | | |
| Organochlorés + Organophosphorés | Conform | < 1 ppm |
| Métaux lourds (ppm) | | |
| - Plomb | 0.13 | < 3 ppm |
| - Arsenic | 0.17 | < 2 ppm |
| - Mercure | 0.13 | < 0.1 ppm |
| - Cadmium | 0.044 | < 1 ppm |

*Dosé une fois par an sur un lot moyen

Commentaires : Produit conforme aux spécifications

| | |
|--|--|
| Analysé par Aurélie RICHARD Contrôle Qualité | Approuvé par Nelly URBAN Responsable Assurance Qualité |
|--|--|

Annexe 4 : Propriétés du film en propylène utilisé dans les expériences « bananes »

| Les propriétés du Film en Polypropylène | | |
|--|---------------|--|
| Caractéristique | valeur | Unité |
| Elongation à la rupture | 50-1000 | % |
| Perméabilité à l'eau à 25°C | 16 | x10 ⁻¹³ cm ³ . cm cm ⁻² s ⁻¹ Pa ⁻¹ |
| Perméabilité à l'eau à 38°C | 70 | |
| Perméabilité à l'hydrogène à 25°C | 30 | |
| Perméabilité à l'oxygène à 25°C | 1,7 à 224* | |
| Perméabilité au dioxyde de carbone à 25°C | 6 à 224 | |
| Perméabilité au nitrogène à 25°C | 0,3 | |
| Température de soudure | 140-205 | °C |
| Résistance initiale au déchirement | 18-27 | g µm-1 |

* Soit 59,3 à 64 ml/m²/jour

Annexe 5 : Caractéristiques des barquettes en PVC/PE utilisées pour les expériences « coco »

SORETRAC

Rue René Cassin
Zac de la Villette aux Aulnes
77290 MITRY MORY
☎ 01.60.21.71.00
✉ 01.60.21.71.17

FICHE TECHNIQUE

FT 026

THERMOFORMAGE

Annule et remplace celle du 04/1996

Date : 01/2006

NOM COMMERCIAL : T 319 transparent
FONCTION DU FILM : Film pour le thermoformage
PRESENTATION : Laine en fonction des besoins
épaisseur : de 150 à 600 my
VARIANTE : Coloris blanc opaque

PROPRIETES TECHNIQUES :

| CARACTERISTIQUES | | ESSAIS | UNITES | DESIGNATION | |
|-------------------------------------|---------------------|--|--------------------------|--------------|---------|
| RESISTANCE A LA TRACTION | | DIN 53455 | N/mm ² | > 40 | |
| ALLONGEMENT A LA RUPTURE | | DIN 53455 | % | 20 - 40 | |
| LIMITE D'ELASTICITE | | DIN 53455 | N/mm ² | > 52 | |
| RESISTANCE AUX CHUQS | | DIN 53448 | Kj/m ² | > 500 | |
| VICAT | | DIN 53460 | °C | 76 - 78 | |
| DENSITE | transparent | DIN 53479 | g/cm ³ | 1,34 - 1,36 | |
| | blanc opaque | | | 1,35 - 1,37 | |
| | | | | | |
| EPAISSEUR (tolérance) | jusqu'à 200 my | DIN 53353 | % | ± 8 max | |
| | de 201 à 400 my | | | ± 6 max | |
| | au-dessus de 401 my | | | ± 5 max | |
| VALEUR DE RETRAIT | jusqu'à 200 my | DIN 53377 (200 x 200 mm 140°C - 10") | % | Long. | Trans. |
| | de 201 à 400 my | | | - 13 max | + 4 max |
| | au-dessus de 401 my | | | - 9 max | + 3 max |
| | | | | - 7 max | + 2 max |
| | | | | 350 my | 400 my |
| Perméabilité au gaz O ₂ | | DIN 53380 | cc/m ² /l bar | 8 | 7 |
| Perméabilité au gaz CO ₂ | | DIN 53380 | cc/m ² /l bar | 16 | 14,5 |
| Perméabilité au gaz N ₂ | | DIN 53380 | cc/m ² /l bar | 0,84 | 0,75 |
| Perméabilité à la vapeur d'eau | | DIN 53122/A SYM B96 | g/m ² /l | 0,70 | 0,60 |
| | | | | 20°C 85 % UR | |

Les informations ci-dessus sont établies sur la base des meilleures données en notre possession. Ces informations sont communiquées à titre indicatif et dans le seul but de vous aider à mener à bien les essais qu'il vous appartient de conduire pour déterminer l'adaptation de nos produits à l'usage spécifique auquel vous les destinez. Ces informations sont susceptibles d'être modifiées au fur et à mesure de l'acquisition de nouvelles connaissances ou expériences. En l'absence de contrôle sur les conditions particulières d'utilisation de vos produits, SORETRAC n'assume aucune obligation de résultat ni responsabilité quelconque concernant l'utilisation des présentes informations. Par ailleurs, la présente publication ne saurait constituer une licence d'utilisation, par plus qu'elle ne saurait être destinée à suggérer des moyens de violation de tous droits de brevet existants.

Légende V

VISU DC



soluzioni per l'imballaggio

Scheda Tecnica

SCHEDA TECNICA: FILM PELABILE

TECHNICAL DATA: PEELABLE FILM

FICHE TECHNIQUE: FILM PELABLE

- **Composizione/material/materiau:** PET 12 μ + RP2 50 μ
- **Caratteristiche/characteristics/caracteristiques:** PELABILE/PEELABLE/PELABLE
- **Impiego/use/usage:** SALDATURA DI CONTENITORI IN/FOR TRAYS MADE WITH/POUR BARQUETTES EN: PP, APET, PS, PVC

| | | |
|--|------------------------|------------|
| SPESSORE - THICKNESS – EPAISSEUR | MICRON (μ M) | 64 |
| PESO/MQ – WEIGHT/SM – GRAMMAGE | G/M ² | 65,1 |
| VALORE DI PEELING – PEELING VALUE | N | 5 |
| LUNGHEZZA MAX BOBINA – MAX LENGHT OF REEL – MAX LONGUEUR BOBINE | METRI LINEARI | 650 |
| RESA – YIELD - RENDEMENT | M ² /KG | 15.36 |
| DIAMETRO INTERNO (CARTONE) INTERNAL DIAM. (IN CARDBOARD) DIAMETRE INTERIEUR (EN CARTON) | MM | 76 |
| DIAMETRO ESTERNO MAX MAX EXTERNAL DIAMETER MAX DIAMETRE EXTERIEUR | MM | MAX 250 |
| FASCE DISPONIBILI – AVAILABLE WIDTH LAIZES DISPONIBLES | MM | 100 – 980 |
| TEMPERATURA DI SALDATURA SEALING TEMPERATURE PLAQUE DE SCELLAGE | °C | 140 – 170 |
| PERMEABILITA' O ₂ (0% U.R.) O ₂ PERMEABILITY – PERMEABILITE O ₂ | ML/M ² /24H | 23 °C: 110 |
| PERMEABILITA' H ₂ O (90% U.R.) H ₂ O PERMEABILITY – PERMEABILITE H ₂ O | G/M ² /24H | 38 °C: 10 |

Scheda tecnica pagina FILM pelabile - i dati riportati sono indicativi e suscettibili di variazioni, senza obbligo di preavviso della scrivente. - la ns società declina ogni responsabilità relativa ad eventuali inesattezze e/o imprecisioni.



GO PACK Uffici e magazzino : Via Bellisario 13/15 – Zona Industriale Scannabue
26020 PALAZZO PIGNANO (CR) – P.I. IT 01269000194 – www.gopack.it
Tel. 0373 982978 - Fax. 0373 938380 - E-mail : info@gopack.it